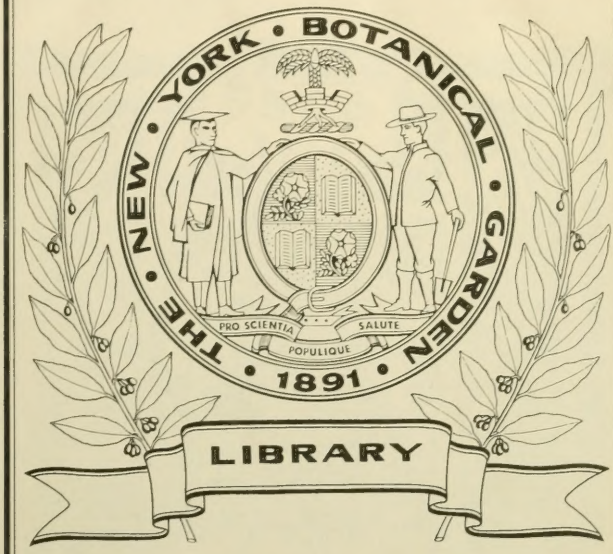
XA
.R483

Per.4
vol.44
1917



CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE
DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

GENÈVE — SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'IMPRIMERIE

Rue de la Pélisserie, 18

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CENT VINGT-DEUXIÈME ANNÉE

QUATRIÈME PÉRIODE

TOME QUARANTE-QUATRIÈME

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

GENÈVE
BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

PARIS	LONDRES	NEW-YORK
H. LE SOUDIER	DULAU & Cie	G. E. STECHERT & Cie
714-716, Boul. St-Germain	37, Soho Square	151-155, W 25th Street

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, GEORG & Cie, A BALE

1917

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

XA
P483
Ser. 4
Vol. 44
1917

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

CONTRIBUTION

A LA

CONNAISSANCE DE L'EXHALAISON VOLCANIQUE

PAR

Albert BRUN

Les lecteurs de ce recueil ont déjà eu sous les yeux un certain nombre de mes articles relatifs au volcanisme.

La nature anhydre de l'exhalaison a été établie dans ses grandes lignes. Il s'agit maintenant de pousser plus loin encore la connaissance des éléments exhalés par le volcan, et d'étudier si, parmi les éléments que l'on pourra constater en plus de ceux connus, quelques-uns peuvent donner des indications précieuses, sur le siège géologique ou mieux, la position du géoïde où se trouve le siège du volcanisme.

Nous ne voyons d'un volcan que ce qui se passe à la surface terrestre, et par des déductions physico-chimiques, nous devons inférer ce qui se passe dans les profondeurs internes de notre globe. Ceci est un problème ardu, mais qui n'est pas insoluble.

Les astrohysiciens par leurs études spectrales et les physiciens par la mesure de la densité terrestre, ont donné des indications très importantes et qui doivent trouver, si ce n'est un contrôle, du moins, une sorte de confirmation, dans l'étude du volcanisme. En tous cas, quels que soient les résultats obtenus, ils ne devront pas être en contradiction avec les faits astronomiques acquis — densité et processus de refroidissement.

AUG 7 - 1923

J'ai donc été amené à reprendre l'étude de nombreux sels exhalés par les volcans, dans l'espérance de trouver quelques indications nouvelles. J'ai eu à ma disposition :

Des sels et produits fumerolliens provenant de nombreuses

éruptions du Vésuve espacées sur une durée d'un siècle, du Spagnuolo, de l'Etna, du Chineyro, du Vulcano, du Pico de Teyde, du Kilauea, des échantillons volcaniques provenant des grands fonds du Pacifique, etc., etc., ainsi qu'un très grand nombre de laves de toutes origines.

Méthode d'investigation

J'ai déjà indiqué dans ce recueil, sous le titre de « Note sur l'application du spectroscope à la minéralogie et à la pétrographie suisses, juin 1917 », un procédé d'investigation très pratique, rapide et précis. Voici en résumé, en quoi il consiste :

La roche ou les sels sont étudiés spectroscopiquement avec la flamme très chaude du chalumeau oxyhydrique ou oxyacétylénique. Lorsqu'un élément encore inconnu dans l'exhalaison volcanique montre ses raies caractéristiques, je procède à son extraction et à son dosage par les voies de la chimie ordinaire.

Les éléments sur lesquels je veux pour le moment attirer l'attention des vulcanologues sont :

Le Bore, le Lithium, le Thallium.

Le bore

Le Bore est connu dans l'exhalaison de Vulcano, aux suffioni de Toscane, où il est amené par la vapeur d'eau : et aussi en d'autres localités (Amérique, Asie, etc.).

J'ai pu m'assurer qu'à Vulcano, le Bore est bien amené par l'exhalaison paroxysmale : de nombreuses ponces sont recouvertes d'acide borique et ces ponces n'ont pas subi l'action de fumerolles aqueuses.

Mais le phénomène est beaucoup plus marqué au Vésuve.

Le Bore, aux éruptions vésuviennes de 1906, a été amené en même temps que les sels ammoniacaux engendrés par les azotures, cela à la température maximum. Le Bore se trouve dans ces sels à l'état de fluorure de bore-ammonium.

Il est facile de l'isoler en distillant à sec, avec précautions,

les sels chlorofluorures d'ammonium récoltés sur la lave de 1906. Il faut chauffer sans volatiliser le salmiac.

Les fumerolles à haute température 800° et au delà, distillent du chlorofluorure d'ammonium avec fluorure de silicium et quelques bases terreuses et métalliques (voir pour les détails : A. Brun. Recherches sur l'exhalaison volcanique, Paris-Genève 1911 (passim).

Le fluorure de Bore, très volatil, se perd dans l'atmosphère, mais une partie se condense sous forme de fluorure de bore-ammonium intimément mêlé aux chlorofluorures d'ammonium.

En approchant avec précaution ces sels de la flamme oxyhydrique, celle-ci se colore en vert et donne un magnifique spectre de l'acide borique, bien avant que la flamme soit colorée par le Na.

Tous les sels ammoniacaux du Vésuve, éruption de 1906, m'ont donné du Bore. Des sables avec orpiment et réalgar le fournissent aussi (voir plus loin Thallium). Je l'ai aussi constaté dans des croûtes vertes à chlorure de cuivre.

Le Bore a été général au Vésuve, au cratère, et sur toute l'étendue de la coulée de la lave de 1906. Le nombre des échantillons que j'ai analysés est assez grand. Ils proviennent de points assez distants les uns des autres, pour me permettre d'énoncer le fait suivant :

Les sels ammoniacaux d'une éruption sont très fugitifs : étant entièrement solubles dans l'eau, ils disparaissent totalement à la première pluie, et toute investigation est alors impossible. J'avais heureusement à ma disposition beaucoup de ces sels que j'avais récoltés au moment opportun, lors de l'étude que je fis du Vésuve en avril 1906.

Le lithium

J'ai montré précédemment [1] quelle était dans les roches suisses la généralité du Lithium. J'ai pu constater qu'il en est de même pour les roches éruptives modernes. On peut dire,

[1] Note sur l'application du spectroscope. A. Brun, *Archives*, juin 1917.

sans grande erreur, que la lave est d'autant plus riche en lithine qu'elle est plus acide. Les basaltes, les laves ferromagnésiennes sont de moins en moins riches à mesure qu'ils se rapprochent des Lherzolites et Peridotites, et finalement les Lherzolites et roches analogues les plus basiques ferro-magnésiennes n'en ont plus, même spectralement.

Il est donc naturel de penser que le Lithium doit pouvoir figurer avec le Potassium et le Sodium dans l'exhalaison volcanique chlorée. J'ai pu aisément vérifier ce fait au Vésuve (éruption de 1906).

Mais il faut tenir compte que le chlorure de Lithium est plus volatil que les chlorures de potassium et de sodium, par conséquent, on devra le rencontrer de préférence avec les sels les plus aisément gazéifiables.

C'est effectivement le cas. J'ai vérifié que les chlorures de sodium et de potassium cristallisés et si abondants au Vésuve, ne contiennent que rarement du Lithium. En revanche, les sels ammoniacaux en contiennent fréquemment. Certains échantillons de chlorures divers de fer et d'alcalis, hygroscopiques et solubles dans l'eau, m'ont fourni du chlorure de lithium très nettement (Vésuve 1906).

Comme ce sel est hygroscopique et est en petite quantité par rapport aux autres sels, il disparaît assez vite pour les motifs ci-dessus énoncés.

J'ai extrait par l'eau, des sels, des cendres et lapillis tombés en avril 1906 sur Ottojano, Pompei, Resina, Naples, et sur le cône à Eremo.

Ces sels sont constitués par des sulfates divers et des chlorures alcalins. Il est facile d'y constater le chlorure de lithium par les moyens ordinaires.

Les sulfates du Kilauea contiennent aussi du lithium.

Le magma de Leucite téphrite du Vésuve est riche en Lithine. Je m'étonne que dans les analyses publiées des roches de ce volcan, il ne soit jamais fait mention de cet élément. Sa quantité est cependant assez grande pour qu'il ne soit pas permis de le négliger dans une bonne analyse.

Le thallium

Dans les régions volcaniques, ce métal avait déjà été trouvé dans le soufre de Lipari ; mais, sauf erreur, c'est le minéralogiste Cossa qui a le premier signalé (Bulletin Soc. Minéral. de France 1882) le Thallium comme figurant dans la composition d'un minéral recueilli dans un cratère: dans le présent cas Vulcano.

Il nomma Hieratite des concrétions avec écailles d'acide borique, cesium, rubidium, thallium et fluorures divers.

L'on avait regardé la présence de ce métal comme un accident minéralogique curieux et moi-même ai longtemps considéré la Hieratite comme une rareté. L'on verra par ce qui va suivre que, au contraire, le Thallium doit être pris en sérieuse considération dans l'exhalaison volcanique. Je constatais une première fois le spectre du Tl à $\lambda = 5350,5$ en examinant des scories rouges du cratère du Spagnuolo. Avec les premiers échantillons, la raie me parut variable en intensité et fugitive. Mais en continuant à examiner tout ce que j'avais récolté à ce volcan, je rencontrai plusieurs blocs qui montraient la raie verte avec une richesse et une persistance remarquables. Mon attention étant attirée par ces faits, je procédai sur ma collection des produits de divers cratères, à une suite d'analyses et d'examens minéralogiques minutieux qui m'amenèrent à des résultats intéressants.

Répartition du Thallium

J'ai constaté le Thallium dans les sels des exhalaisons du Vésuve récoltés en 1822, 1872, 1882, 1906 et dans un grand nombre de scories violettes ou rouges récoltées à ces dates et à des époques diverses.

Au Chinyero, dans les sels de l'éruption de 1909.

Dans quelques fragments de lapillis, recouverts de carbonate de soude, que j'avais récoltés au Timanfaya (Lanzarote).

A l'Etna, cratère du Spagnuolo, dans les scories rouges anciennes provenant peut-être de l'éruption du XVIe siècle (1537 ?).

A l'Etna, dans les sels de fumerolles de la coulée de l'éruption de 1879, et dans des scories violettes de la même date.

Suivant le cas, le Thallium est engagé dans des combinaisons différentes : les unes sont solubles dans l'eau, les autres y sont insolubles et même inattaquables par les acides ordinaires.

J'ai vérifié :

a) Le chlorure de Thallium soluble, imprégnant les sels ammoniacaux chlorofluorés, au Vésuve et au Chinyero, ainsi que certaines Halites au Vésuve.

b) Une combinaison insoluble pénétrant les scories rouges et violettes plus ou moins altérés par les émanations fumerolliennes. — Au Spagnuolo,au Vésuve, dates diverses et à l'Etna

c) Le sulfure de Thallium et d'arsenic, associé aux croûtes rouges de réalgar et à l'orpiment, avec soufre et chlorures divers, cotunnite, etc. — au Vésuve, fumerolles de 1906 et postérieures.

a) *Le Thallium dans les sels ammoniacaux.* — J'ai montré que la composition de ces sels était assez complexe, en général, ils sont riches en fluor. Ils contiennent beaucoup de Bore au Vésuve (voir ci-dessus) : on peut les considérer comme des chlorofluorures d'ammonium avec fluorure de silicium, fer, manganèse aluminium, un peu d'alcalis et de terres accompagnés des éléments volatilisés à l'état de chlorures ou fluorures.

Ces sels sont acides, ils sont extrêmement solubles dans l'eau.

Les croûtes blanches de ces sels qui tapissent les scories des régions fumerolliennes disparaissent à la première pluie. J'eus la bonne fortune de pouvoir en récolter une grande quantité lors de l'éruption du Vésuve en avril 1906, aux nombreuses fumerolles actives sur la coulée de lave.

Au spectroscope (avec flamme chaude) ces sels donnent le spectre des alcalis, les bandes de l'acide borique et la raie caractéristique $\lambda = 5350,5$ du Tl. Les sels les plus riches sont ceux qui contiennent un peu de chlorure de fer.

Afin de savoir si le Thallium était en proportion dosable et comparable en quantité aux autres éléments salins, j'ai procédé à son extraction. 24 grammes de sels ammoniacaux solubles, de tout venant, provenant de nombreuses fumerolles différentes,

sont dissous dans l'eau. La solution séparée du sable et des graviers est parfaitement limpide et incolore, et a une réaction acide. La solution est neutralisée par l'ammoniaque et précipitée par le carbonate d'ammoniaque.

On laisse reposer 48 heures en solution pas trop concentrée. Les fluorures sont précipités avec la silice, chaux, fer, aluminium, etc., on filtre. La solution est additionnée d'un peu de sulfure d'ammonium. Il se fait de suite une coloration brune. Au bout de 48 heures de repos, le précipité de sulfure s'est bien aggloméré ; on le récolte sur un petit filtre et le lave seulement une fois avec du sulfure d'ammonium. Comme il y a très peu de précipité, on étale le filtre encore humide sur le fond d'une capsule de porcelaine à fond plat et on l'arrose d'acide sulfurique étendu contenant un peu d'acide nitrique, on évapore et chauffe avec précaution pour charbonner le filtre ; reprend par l'eau bouillante (la solution est incolore) filtre, concentre si c'est nécessaire et précipite par l'iodure de potassium.

S'il y a du plomb, ce qui peut arriver, il reste à l'état de sulfate, s'il y en a beaucoup, la séparation s'en fait au préalable par l'hydrogène sulfuré. (1)

J'ai obtenu ainsi une proportion s'élevant à un demi-millième d'iodure de Thallium. Dans une autre expérience, j'obtins un pour trois mille. C'est donc une proportion assez élevée, et si l'on songe aux masses de sels ammoniacaux lancés par le Vésuve à chaque éruption, l'on peut se représenter quelles quantités considérables de Thallium sont jetées dans la circulation terrestre superficielle.

En 1882, le prof. Jacques Brun récolta, au Vésuve, des sels jaunâtres en blocs microcristallins à structure poreuse.

J'ai étudié ces sels et je les ai trouvés riches en Thallium. Ce sont des blocs de Halite imprégnés de chlorures métalliques.

L'analyse donne

Halite	97 à 98 $^1/_2$ %
Chlorures métalliques	3 à 1 $^1/_2$ %

(1) L'identité du précipité final se vérifie toujours au spectroscope.

Les chlorures métalliques sont surtout de la cotunnite (Pb Cl 2) avec un peu de fer, du chlorure cuivrique et du chlorure de Thallium, tous solubles dans l'eau. En faisant agir l'eau avec précautions, on peut séparer de petites aiguilles de cotunnite incolore.

J'ai extrait de 35 grammes de ces blocs jaunes de chlorures, 83 $^{6}/_{10}$ milligrammes de chlorure thalleux et 28 milligrammes de chlorure cuivrique.

Ces sels sont donc d'une remarquable richesse en Thallium.

Le procédé d'extraction du Thallium de ces sels solubles a été très simple : une fois Cu et Pb éliminés par H_2S, la séparation du Fer et Al_2O_3 s'est faite comme pour les sels ammoniacaux.

b) *Le thallium dans les scories rouges.* — Ces scories sont extrêmement abondantes dans tous les cratères qui après la période paroxysmale rejettent encore les émanations fumerolliennes sèches qui donnent le grand panache blanc. Ces scories sont des blocs plus ou moins gros de lave très bulleuse altérée jusqu'au centre de leur masse. Elles sont friables, souvent terreuses, ont une couleur rouge d'oxyde de fer ou jaune de limonite ; parfois violette, alors elles restent dures (Vésuve 1872, Etna 1879).

Si l'altération est avancée, il reste un bloc blanc ou des croûtes blanches de silice séparée de ses bases. ([1])

La scorie rouge est en général plus riche en Thallium que la blanche : l'action fumerollienne se fait à une température telle que les alcalis et les terres sont enlevés à l'état de chlorures avec une partie du fer et de l'alumine. Le Thallium amené à l'état de vapeur chlorée, se combine en partie avec le silicate et l'oxyde de fer restants, et forme une combinaison insoluble dont je ne connais pas la nature.

Il arrive souvent que la scorie rouge est si profondément attaquée qu'elle a perdu tous ses alcalis, il ne reste plus trace de Ka.Na.Li, malgré cela, le Thallium persiste.

Souvent ces scories rouges sont enrichies en titane.

Le Thallium y est accompagné parfois de cotunnite (Pb Cl_2)

[1]) La silice libre est abondamment séparée par ce processus (Pico de Teyde, Papandayan, etc.).

et une petite portion du Thallium se dissout alors dans l'eau bouillante avec la cotunnite. La plus grande portion est insoluble et n'est pas même extraite par les acides. Il faut, pour l'extraire, désagréger le silicate et les oxydes avec l'acide fluorhydrique mêlé d'acide chlorhydrique : on chauffe au bain-marie plusieurs heures : on arrose d'acide sulfurique et continue à chauffer sans jamais sécher, sans quoi le Thallium se recombine et redevient insoluble.

Une fois que l'on estime que la silice a été volatilisée, on étend d'eau, chauffe encore un peu et jette le tout dans l'eau (un litre d'eau pour 32 grammes de scorie) ; on oxyde le fer, puis, sans s'inquiéter de ce qui est non dissous, on précipite par l'ammoniaque, laisse reposer, filtre, lave l'insoluble et le précipité, concentre si c'est nécessaire, et précipite avec le sulfure d'ammonium. Le reste comme en a).

J'ai extrait ainsi 11 milligrammes d'iodure de Thallium pur pour 32 grammes de scorie rouge vésuvienne. Il y a donc accumulation du Thallium dans l'oxyde et dans le résidu d'altération de la lave. La combinaison insoluble semble très stable, car les scories du Spagnuolo, datant probablement du XVIe siècle, se sont montrées de richesse analogue à celles récoltées en 1906 au Vésuve et résultant de l'éruption de cette date.

Il est singulier de voir le Thallium pénétrer jusqu'au centre de la scorie : j'ai des blocs où cette pénétration atteint une profondeur de 10 à 12 centimètres. La combinaison résiste bien aux agents chimiques, car il faut désagréger à fond le silicate pour libérer le Thallium.

Certaines scories terreuses sont au Vésuve imprégnées de soufre et de réalgar avec Thallium réparti sous ses trois formes.

D'autres scories riches en oxychlorure de cuivre ont présenté le Thallium sous sa forme insoluble. La scorie montrait en même temps aussi du Bore. Souvent du Plomb.

J'ai constaté la pénétration profonde du Thallium dans des scories noires qui ne présentaient pas encore trace d'altération fumerollienne. L'extérieur montrait le Tl jusqu'à une certaine profondeur, l'intérieur pas encore. L'échantillon provenait des fumerolles à sulfures du Vésuve 1906.

c) *Le Thallium dans les sables à réalgar du Vésuve.* — Ces sables proviennent, de la fente qui fournit beaucoup de fumerolles et sise, d'après J. Lavis, sur la face extérieure N.N.E. du cône en 1906. Leur fonctionnement dura encore longtemps après le paroxysme.

Ces sables, lorsqu'ils sont purs sont jaune verdâtre : s'ils sont un peu altérés, ils passent à la limonite et à la scorie rouge alors ici imprégnée de sulfure. Le réalgar s'y trouve en petites croûtes vernissées rouge rubis : il y est mêlé d'orpiment et de soufre.

Dans ce sable, on rencontre des fragments de cotunnite, de chlorures, d'alcalis, de cuivre, de fer, d'acide borique, etc., etc., en proportions variables selon l'échantillon. Cette fente a fourni de petits cristaux de galène. Tout cela est mêlé dans le même sable.

J'ai analysé le sable vert jaune brut ; les silicates en formaient environ le 40 %.

L'extraction du Thallium a eu lieu comme suit :

Le sable est mis à digérer avec du sulfure d'ammonium que l'on renouvelle trois fois ; le résidu est noir.

Dans la solution passe l'arsenic avec un peu de Thallium. On précipite à nouveau cet arsenic par H Cl et repurifie à nouveau le sulfure d'arsenic par le sulfure d'ammonium : le petit résidu insoluble est réuni au résidu principal.

Le résidu contient le Thallium à l'état de sulfure et en partie à l'état d'autre combinaison insoluble. On le fait digérer longtemps avec l'eau régale qui quelquefois suffit. On filtre, s'assure au spectroscope que les silicates non attaqués ne contiennent plus de Tl., sinon il faut désagréger avec H Fl. La solution dans l'eau régale est évaporée à sec. Il se sépare un peu de silice et beaucoup d'acide titanique [1].

On reprend par l'eau qui laisse le sulfate de plomb et les insolubles, filtre et précipite par le sulfure d'ammonium. Le reste comme en a). On contrôle enfin le précipité et s'assure qu'il n'y a pas de plomb.

[1]) Comparer avec les sels du Kilauea qui fournissent beaucoup de sulfate de titane — *Recherches*, pages 235 et 250.

J'ai obtenu pour un sable brut la dose considérable de 36 milligrammes d'iodure de Thallium pour 10 grammes de sables bruts. En triant certains fragments de Réalgar, la proportion s'est élevée encore.

Cette quantité de métal rare montre que nous avons à faire ici à un véritable minerai de Thallium allié à l'arsenic.

Certaines scories de ce gisement non encore altérées, donc encore de la teinte noire des scories ordinaires, sont imprégnées de Thallium. La vapeur chlorée transportant le métal a donc pénétré dans les pores de la roche pendant que le sulfure d'arsenic se condensait à la surface. Mais ces deux actions peuvent être successives et non pas simultanées.

Le même gisement fournit de petits cristaux de galène. Or ces cristaux sont totalement dépourvus de Tl alors que leur gangue en contient. Il faut en conclure que le plomb et le Thallium se séparent dans le même gisement. Le Thallium se fixe sur l'arsenic. Du reste, cela est conforme à ce que l'on sait de la chimie de ce métal. Une solution acide contenant de l'arsenic et soumise à l'action de l'hydrogène sulfuré précipite un sulfure d'arsenic entraînant en général presque tout le Thallium.

Dans les sulfoarseniures du Binnenthal, le Tl est certainement retenu par l'arsenic — (voir : Note sur l'emploi : *Archives,* juin 1917). L'on peut admettre que dans les scories, le métal y est amené avec d'autres métaux à l'état de vapeurs chlorées qui se combinent aux silicates ou aux oxydes ; en tous cas de nombreux échantillons de scories non soumises aux actions fumerolliennes ne m'ont pas montré de Thallium.

Mais je dois dire que bien probablement la quantité sur laquelle j'opérais n'était pas assez grande pour établir une preuve démonstrative. Ce point là est donc encore à élucider.

Le cuivre et le Thallium se condensent souvent ensemble à l'orifice de la fumerolle. Les croûtes vertes qui recouvrent de nombreuses scories non altérées montrent au spectroscope la superbe raie du Thallium avec la raie également intense du cuivre à $\lambda = 5105,7$. Le spectre fourni par ces lapillis verts est superbe. Le Potassium, le Lithium, exaltés par la présence du Chlore fournissent leurs raies brillantes en même temps que le

Thallium et le cuivre. La présence de la silice fixe les raies, empêche la formation des bandes du cuivre, et rend ce magnifique spectre visible pendant longtemps [1].

Cette question de spectroscopie sortant un peu de mon sujet, je renvoie le lecteur aux publications spéciales et en particulier pour le Baryum et le Cuivre à de Watteville, *Spectre de flammes*, Thèse Paris, 1904 ; à W. N. Hartley, *Proceedings*, Dublin Roy. Soc. 1907, et à l'ouvrage de Kayser, tome V, *Handbuch der Spectr.*, Leipzig 1910.

Considérations générales

Il est donc établi que le Bore, le Lithium, le Thallium, figurent dans l'exhalaison paroxysmale. Cela est démontré pour le *Bore*, à Vulcano et au Vésuve ; pour le *Lithium*, au Vésuve ; pour le *Thallium*, au Chinyero (Ténérife). A l'Etna (Spagnuolo), à l'Etna, coulée de lave de 1879, à Lanzarote (Timanfaya), et au Vésuve.

Evidemment si l'on considère l'ensemble des volcans du globe, on constatera des différences de l'un à l'autre. Les uns sont plus riches en certains eléments que d'autres. Cependant, comme j'ai établi que certains éléments sont constants (azote-carbone-chlore) quoique variables en quantité absolue et relative, on peut en inférer que l'on a des chances de rencontrer le Bore, le Lithium et le Thallium dans d'autres volcans que ceux que j'indique.

Je veux examiner d'un peu plus près la question du Thallium.

J'ai donc constaté ce métal dans les sels ammoniacaux du Chinyero, éruption de 1909, et au Vésuve, dans tous les sels et scories récoltés durant une période de près d'un siècle, de 1822

[1]) J'ai aussi observé, en étudiant la barytine de Binn, la disparition des bandes de la Baryte pour ne laisser subsister que $\lambda = 5535,5$. Dans le cas du cuivre, j'ai attribué ce phénomène à la présence de la silice, mais il peut y avoir différentes causes.

On ne peut invoquer ici la « *raie ultime* », car la flamme est fortement colorée en vert, dans les deux cas (voir Barytine, dans Note, etc., *Archives*, juin 1917).

à 1906 et encore après cette dernière éruption. Le Vésuve a donc constamment amené au jour du Thallium, et il est probable qu'antérieurement il en a toujours été ainsi.

La présence de ce métal dans les sels ammoniacaux montre encore une fois combien est mal fondée la croyance de certains vulcanologues qui attribuent ces sels au passage de la lave sur les herbes et buissons. J'ai fréquemment pu constater que les vapeurs de salmiac sortent en général d'une paroi compacte de lave incandescente dont la surface est à plusieurs mètres au-dessus de l'herbe carbonisée.

J'incline pour ma part à penser que chaque volcan amène plus ou moins de Thallium au jour. Il y aura certainement des variations quantitatives, comme on l'observe pour le chlore, pour le soufre, les azotures, mais je crois que la disparition complète sera rare (voir mes analyses quantitatives dans Recherches, passim).

Je me base, pour étayer mon dire, sur le fait suivant : les explorations des grands fonds océaniques effectuées par des navires tels que le « Challenger » ramènent des grandes profondeurs des hydrates de fer et de manganèse connus sous le nom de « nodules de manganèse ». Le Dr L.-W. Collet en a fait une étude serrée dans son remarquable ouvrage sur les dépôts marins (1).

Il conclut que ces nodules de manganèse doivent leur matière à la lave d'éruptions sous-marines.

On a trouvé du Thallium dans un de ces nodules — analyse de J. Gibson (2).

M. le Dr Collet a eu l'obligeance de me soumettre deux échantillons de ces nodules (provenant de sa collection particulière), ramenés des grands fonds du Pacifique (expédition du Challenger).

J'ai constaté dans ces deux échantillons le Thallium avec une intensité spectrale comparable à celle fournie par les scories rouges ci-dessus étudiées.

1) Dr. L.-W. Collet. *Les dépôts marins.* Paris 1908, p. 125 et suiv.
2) F. W. Clarke. *Geochemistry.* Washington 1908, page 103-104, cite l'Analyse de J. Gibson des Challengers Reports.

Or ces scories rouges engagent le Thallium dans une combinaison insoluble où figurent aussi les peroxydes de fer et de manganèse. Ceci par un processus d'altération de la lave par la fumerolle et l'oxygène de l'air, processus qu'il est utile de comparer à celui invoqué par le Dr Collet, pour expliquer la genèse des nodules de manganèse des grands fonds.

Tous ces faits réunis et pesés, amènent à conclure que le Thallium doit figurer aussi dans les exhalaisons volcaniques paroxysmales, basaltiques sous-marines, du Pacifique; ce métal présente donc un certain degré de généralité et doit être considéré comme faisant partie des éléments du système volcanique.

Résumé

1° Le Bore, le Lithium, le Thallium appartiennent à l'exhalaison volcanique paroxysmale au même titre que les éléments qui y ont déjà été reconnus.

2° L'existence de ces éléments dans les magmas éruptifs présente une certaine généralité.

3° Le Thallium, ainsi que le Plomb, amenés au jour en grande quantité, peuvent aider à mieux connaître la nature des géoïdes profonds. Leur présence doit être considérée comme une confirmation des données physico-astronomiques relatives à la densité moyenne du globe.

Genève, juin 1917.

LE

TUNNEL DU SIMPLON

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE

PAR

Max GONSALVES

Introduction

Le matériel pour mes recherches m'a été fourni par le comptoir minéralogique et géologique à Genève. La collection des roches du tunnel du Simplon comprend 385 numéros différents. Vu le grand nombre d'échantillons, j'ai dû faire un choix, en faisant tailler des coupes des types principaux.

MM. Grebel et Wendler ont conclu un contrat avec l'ancienne compagnie du Jura-Simplon par l'intermédiaire de la commission géologique du tunnel du Simplon, et les roches étudiées par moi, ont été rencontrées au cours des travaux de perforation. Le catalogue indique que la détermination préliminaire a été faite par M. le professeur H. Schardt.

J'ai déterminé les roches d'après les méthodes ordinaires, excepté pour les feldspaths, quand il n'était pas possible de les déterminer d'après les méthodes de Michel Lévy ; en ce cas j'ai eu recours aux méthodes de Fedorow et Nikitin.

J'ai fait tailler deux coupes de chaque roche, une coupe de format ordinaire, et une autre pour les recherches sur la platine de Fedorow. Je suppose les méthodes de Fedorow assez connues, surtout en ce qui concerne la grande valeur qu'elles offrent justement pour la détermination des feldspaths, de sorte qu'il me semble inutile d'insister sur ce point.

J'adresse ici mes remerciements à M. le docteur R. Sabot, assistant au laboratoire de minéralogie de M. Duparc, qui m'a familiarisé avec la technique de cette méthode ingénieuse et élégante.

Détermination des roches

Numéro 2. — 40 mètres du côté nord.

Calcaire silicaté schisteux. — La roche est un calcaire silicaté schisteux, se rapprochant du cipolin. Elle est principalement formée de calcite, présentant les mâcles caractéristiques, les grains de petites dimensions sont disposés en couches, alternant parfois avec des couches riches en grains de quartz.

La calcite est mélangée de petites lamelles, peu nombreuses, de muscovite, ainsi que de quelques cristaux octaédriques de magnétite.

Le quartz présente les extinctions onduleuses et contient des inclusions à bulles mobiles.

La muscovite, en petites lamelles, est peu nombreuse, l'allongement du clivage est parallèle à l'allongement ng-np = 0,42.

Les grains de calcite sont entourés de zones brunâtres ou noires de produits opaques, qui contribuent à donner à la roche; macroscopiquement, la couleur plutôt foncée.

M. Schardt a déterminé cette roche comme schiste lustré argileux grenu.

Numéro 12. — 521 mètres du côté nord.

Calcaire silicaté. — Cette roche est également un calcaire, identique au numéro 2, mais plus riche en quartz.

Je ne donne pas les biréfringences de la calcite, n'ayant pas pu arriver avec le compensateur de Babinet à mesurer le retard.

Dans le catalogue du Comptoir minéralogique et géologique, la roche est appelée : Schiste blanc tendre.

Numéro 15. — 677 mètres du côté nord.

Roche à anhydrite. — Le minéral principal qui constitue cette roche est l'anhydrite, accompagné d'un peu de calcite et de quelques rares grains de quartz.

Anhydrite : ng-np = 0,045 ; ng — nm = 0,038 ; nm — np = 0,007. 2V calculé 46° 27′. Signe optique +. Extinctions droites ; système orthorhombique.

Numéro 24. — 1265 mètres du côté nord.

Roche à anhydrite. — C'est une roche à anhydrite, à gros cristaux bien développés. On trouve également des amas de calcite parfois en grandes plages ; le plus souvent en amas de petits grains mélangés de produits opaques.

Numéro 26. — 1403 mètres du côté nord.

Roche à anhydrite. — Roche formée en grande partie d'anhydrite avec de la calcite. Elle contient du mica blanc, mais ce minéral est peu abondant ; les lamelles de ce minéral sont fortement ployées. On trouve également quelques grains de quartz.

Numéro 55. — 3900 mètres du côté nord.

Cipolin. — La roche est un cipolin, formé presque exclusivement par de la calcite et contient quelques lamelles plus ou moins ployées de mica blanc, un peu de quartz discerné dans la masse ou réunis en petits amas.

On trouve également des grenats et des traînées d'oxyde de fer, probablement de magnétite et quelques rares grains d'épidote de la variété zoïsite, à fort relief et très faiblement biréfringent. On trouve encore quelques sections de feldspaths troubles, non mâclés, difficilement déterminables.

Muscovite : Signe optique négatif ; allongement positif ; extinctions droites ; ng-np = 0,039.

Gneiss schisteux noduleux d'après M. Schardt.

Numéro 58. — 3920 mètres du côté nord.

Amphibolite quartzeuse feldspathique à biotite. — Les caractères des minéraux constitutifs d'après l'ordre de cristallisation sont les suivants :

Magnétite plutôt rare, en petits cristaux et en tâches.

On trouve aussi quelques petits d'épidote et de sphène.

Biotite présentant le clivage p = (001). L'angle des axes optiques est presque nul, en tous cas inférieur à 6° environ. Signe optique — ; allongement + ; ng-np = 0,043 ; extinctions droites par rapport à la trace du clivage p.

Polychroïsme : ng brun plutôt foncé, np jaune brunâtre pâle presque incolore.

Comme produit de décomposition de la biotite, ou associé avec elle, on trouve la chlorite de couleur verte pâle, qui se développe parallèlement au clivage. Cette chlorite est faiblement biréfringente et de signe optique —, ng-np = 0,003 environ. Le polychroïsme se fait parallèlement au clivage, np vert vert pâle, ng perpendiculairement au clivage incolore. Le minéral est très faiblement dispersif. Les caractères indiquent la variété de ripidolite. Quelquefois les sections de chlorite se groupent imparfaitement d'une façon centroradiée. L'angle des axes est à peu près 5°.

Hornblende : Elle se présente parfois en cristaux d'assez grandes dimensions, mais le plus souvent en petits cristaux groupés en traînées et d'apparence brisée. On observe les clivages m. avec un angle m. m. = (100)($\overline{110}$) de 120°, sur Sng 122°, ng à 12° de l'axe prismatique, dans l'angle ph^1 obtus 107° environ.

Biréfringence ng — np = 0,024 ; ng — nm = 0,10 ; nm — np = 0,014 ; 2 V calculé 80° 24 ; Signe optique —; système monoclinique ; plan des axes optiques parallèlement à g^1 = (010); allongement positif bien marqué.

Polychroïsme : ng vert bleuâtre cru, nm vert, np incolore. Le feldspath, qui à première vue peut être assez facilement confondu avec le quartz, se révèle à l'examen approfondi comme assez abondant. On observe un grand nombre de grains non mâclés, révélant leur biaxi par la lumière convergente. On observe encore quelques sections présentant de fines lamelles de mâcles suivant la loi de Karlsbad et de l'albite. Certaines sections présentent une zone périférique faiblement marquée et constituée selon toute probabilité par de l'albite, tandis que le noyau, qui est de beaucoup plus important, a été déterminé d'après la méthode de Fedorow comme de l'oligoclase à 10 % An.

Numéro 59. — 3952 mètres du côté nord.

Gneiss à muscovite. — Cette roche est constituée en majeure partie par des grains de quartz et de feldspath, qui souvent sont difficilement différenciables, le feldspath étant peu mâclé. Il existe cependant quelques grands cristaux de feldspath pré-

sentant nettement le clivage basal. Le mica est assez abondant et représenté par une muscovite qui souligne la schistosité. Comme élément accessoire, on trouve de petits grains de sphène, quelques rares grains de calcite et très peu de magnétite.

Propriétés des minéraux constitutifs:

Quartz : Il se présente en grains irréguliers, dont les extinctions onduleuses attestent l'existence de poussées mécaniques ng-np = 0,009. Signe optique +.

Muscovite; Signe optique —; allongement +; extinctions droites ; ng-np = 0,046; ng-nm = 0,007 ; nm-np = 0,039 ; 2 V calculé 45° 56′ ; 2 E = 76° 42′.

Le feldspath se présente en grains peu mâclés. On observe parfois quelques lamelles hémitropes plutôt fines suivant la loi de l'albite. Les caractères de g^1 et l'apparition des franges de Becke au contact avec le quartz correspondant à 3 % An. Angle d'extinction pour Sng = + 19°. On observe à côté de ce plagioclase quelques rares sections de microcline. Ce minéral a été identifié par son quadrillage caractéristique et l'éclairement commun de toutes les lamelles sous un angle de 45° par rapport aux plans de mâcle situés à environ 90° l'un de l'autre.

Les grands cristaux de feldspath sont à rattacher à la série des oligoclases. La détermination effectuée d'après la méthode de Fedorow sur une section voisine du plan g^1 a donné un oligoclase à 26 % An.

Il est à remarquer que le pourcentage d'anortite est plus élevé pour ce feldspath, constituant en quelque sorte des phénocristaux, que pour le feldspath de la pâte. *On trouve donc là, une loi absolument analogue à celle des roches éruptives à 2 temps de consolidation.*

Numéro 74. — 4700 mètres du côté nord.

Micaschiste à grenat. — Cette roche est principalement formée par du quartz abondant et de la biotite presque complètement décomposée en chlorite verte. On trouve encore de la muscovite assez abondante, mais cependant moins que la biotite. La biotite chloritisée semble surtout localisée au voisinage

des plages de grenat. De plus, on trouve quelques rares sections d'amphibole de couleur verte et légèrement polychroïque. On peut observer d'autre part, au milieu du quartz, quelques rares sections de feldspath identifiable par leurs lamelles de mâcles.

Comme minéraux secondaires on voit de la chlorite verte provenant de la biotite, puis quelques nids de calcite et des amas d'oxyde de fer de couleur noire brunâtre, probablement due à la présence de la limonite.

La chlorite qui se rencontre très fréquemment en groupement parallèle avec la muscovite et qui souvent montre dans la même section un résidu de biotite brune, contient d'autre part de nombreuses petites inclusions de couleur extrêmement foncées, sous l'apparence d'aiguilles, que l'on peut identifier avec de la biotite, peut-être de seconde génération. Cette dernière variété se distingue en effet des grands cristaux bruns de biotite en partie chloritisée par sa couleur extrêmement intense.

Comme élément accessoire, on trouve quelques rares sections de sphène et d'épidote.

Les caractères des minéraux constitutifs sont les suivants : Quartz. Signe optique +; ng-np = 0,009; extinctions onduleuses; grains souvent brisés, montrant l'existence d'une action mécanique intense.

Muscovite: Signe optique —; allongement +; clivage p = (001) extinctions droites; ng-np = 0,043; ng-nm = 0,034; nm-np = 0,009 2 V calculé 48° 48' 2 E = 82° 36'.

Biotite: Les cristaux frais sont rares: sur ceux-ci on peut observer une coloration brun-verdâtre, ils sont groupés avec la muscovite. Signe optique —. Allongement +; Clivage p; 2 V presque nul, Polychroïsme ng brun foncé np. jaune brunâtre clair.

Chlorite: Clivage p = (001) allongement +; signe optique —; extinctions droites; 2 V presque nul; ng-np = 0,0013. Polychroïsme: ng vert, np jaune pâle. On trouve des inclusions de la biotite dans la chlorite.

Grenat de couleur rosée, indice élevé, probablement variété grossulaire.

Numéro 80. — 5100 mètres du côté nord.

Micaschiste à grenat et à chloritoïde. — Cette roche est constituée par de la muscovite accompagnée de quantités plutôt moindres de biotite et de quartz en grains irréguliers. Comme élément accessoire on y trouve des cristaux de grenat, parfois assez abondants, de la magnétite, en amas irréguliers, un peu de feldspath non mâclé, ou à peine mâclé, et quelques rares sections d'amphibole. On rencontre également un peu de chloritoïde vert pâle.

Les propriétés des minéraux constitutifs sont les suivantes :

Muscovite : Signe optique — ; allongement + ; clivage p = (001) ; angle d'extinction maximum rapporté au clivage 0 à 2° ; ng — np = 0,040 ; système monoclinique.

Biotite : Signe optique — ; allongement + ; clivage p = (001) ; extinctions droites ; 2 V presque nul ; ng-np = 0,050.

Polychroïsme : ng brun foncé, np. incolore.

Quartz : Signe optique + ; ng-np = 0,009.

Chloritoïde : Signe optique +, allongement —, ng-np = 0,005 2 V environ 5 à 10°, mâcles polysynthétiques sur la face p mise en évidence par suite de l'angle d'extinction. Polychroïsme : ng vert clair, np. jaune verdâtre pâle.

Le feldspath présente parfois des lamelles de mâcles répétés suivant la loi de l'albite, mais ses sections sont rares. On a le plus affaire à des grains présentant le clivage p = (001), ce qui permet de les distinguer du quartz à première vue. Une section parallèle à g^1 = (010) très faiblement zonée a donné les résultats suivants : Angle ph^1 (001) (100) = 116°. En lumière convergente, image presque centrée d'une bissectrice positive ; angle d'extinction = 12° 30' pour le noyau = 11 % An ; 10° pour la large bande périférique = 15 % An.

Amphibole : Ce minéral trop peu abondant pour le déterminer exactement est de couleur verte légèrement brunâtre avec polychroïsme très marqué et forte biréfringence. A première vue, elle semble se rattacher à la série des hornblendes ferrifères. Une section approximativement perpendiculaire à ng a donné les résultats suivants : nm-np = 0,036 ; 2 V faible et négative. Polychroïsme : nm vert très foncé, np brun ver-

dâtre très pâle. Il s'agit donc bien d'une variété assez riche en fer, mais ce n'est pas la hornblende basaltique.

Numéro 90. — 5600 du côté nord.

Gneiss à deux micas avec anhydrite. — Cette roche est formée par du feldspath assez abondant, se présentant d'une part en petits grains irréguliers et peu mâclés (loi de l'albite et de Karlsbad), d'autre part en grandes sections constituant des porphyroblastes. Le quartz assez abondant est réparti au milieu des feldspaths en petits grains irréguliers. Ces grains sont parfois de grandes dimensions également, et réunis en amas dans certaines parties de la roche, constituant ainsi des zones de couches quartifères. Comme élément fémique, on rencontre la biotite et la muscovite. La biotite est de couleur verte brunâtre foncée, elle est fréquemment groupée parallèlement avec la muscovite. Comme élément accessoire, on rencontre l'anhydrite et quelques grains de sphène et d'apatite ainsi qu'un peu de magnétite. On trouve encore un peu de chlorite verte associée à la biotite dont elle peut présenter un produit de décomposition.

Les propriétés des minéraux constitutifs sont les suivantes :

Feldspath : Plagioclase, mâclé selon les lois de l'albite et de Karlsbad, mais plutôt rare. Clivage p = (001) et g^1 = (010); cassure h^1 = (100). La détermination du pourcentage d'anortite faite sur un porphyroblaste a donné les résultats suivants : Clivage p et cassure h^1 avec ph^1 = 116°; face g^1= (010) ; angle d'extinction = + 1° 30', en lumière convergente d'une bissectrice positive parfaitement centrée, 26 % An.

La recherche d'une section g^1 pour les plagioclases de petites dimensions, constituant avec le quartz, la base de la roche, a donné sur une section rigoureuse perpendiculaire à la bissectrice ng, un angle d'extinction de + 8°, d'où 18 % An.

A ce propos, on remarquera que *le plagioclase des porphyroblastes se trouve, comme dans le gneiss numéro 59, plus riche en anortite que le plagioclase prédominant.*

Muscovite : Allongement + ; signe optique —. Extinctions droites ; ng-np = 0,38.

Biotite : Allongement + ; signe optique —. ng-np = 0,052 ;

extinctions droites ; 2 V presque nul. Polychroïsme ng vert brunâtre foncé ; np verdâtre pâle.

On observe des mâcles sur la face p = (001) et les lamelles de muscovite ainsi qu'entre la muscovite et la biotite.

Chlorite : Allongement — ; signe optique + ; extinctions droites ; très faible biréfringence de 0,001 à 0,003 environ ; 2 V presque nul ; variété ripidolite.

Quartz : Signe optique + ; ng-np = 0,009 ; extinctions onduleuses.

Anhydrite : On observe que quelques grandes sections présentant nettement les clivages p = (001), g^1 = (010) et h^1 = (100). Extinctions droites sur les sections orientées ; signe optique + ; 2 V est faible 40° environ. ng — np = 0,040.

Le sphène, peu abondant, peut être identifié par sa forte biréfringence et son relief extrême. Les sections sont très peu transparentes et contiennent de nombreuses inclusions brunâtres.

L'apatite, très peu abondante également, se montre en quelques rares bâtonnets et en petites sections à contour hexagonal.

Numéro 91. — 5610 — 1520 mètres du côté nord.

Amphibolite micacé à épidote. — Cette roche, qui se montre au microscope comme étant très schisteuse, est formée de couches quartzeuses, alternant avec des lits d'amphibole et de mica foncé. Le quartz assez abondant se présente en grains polygonaux à extinctions plus ou moins onduleuses. L'amphibole de couleur verte bleuâtre se présente en grands prismes très allongés. La biotite est brun foncé, légèrement verdâtre. L'épidote, moins développé que les minéraux précédents, est réparti dans la masse sous forme de petits prismes courts, souvent trapus. On trouve d'une part l'épidote ordinaire, de l'autre la zoïsite. Parmi les grains de quartz, on remarque un peu de feldspath, mais peu fréquent, rarement mâclé et présentant parfois assez nettement le clivage pg^1. On trouve comme élément accessoire de la magnétite, quelques grains de sphène et un peu de chlorite verte, faiblement biréfringente.

Voici les caractères des minéraux constitutifs :

Quartz : propriétés habituelles.

Feldspath : Section perpendiculaire à np. non mâclée, angle pg^1 de 95°, section zonée, extinction pour le noyau à — 5° = 12 % An ; pour la périphérie — 2° = 17 % An.

Biotite : Clivage p ; allongement + ; signe optique — ; 2 V presque nul ng-np = 0,050.

Amphibole : Prismes allongés. système monoclinique, clivage m = (110) et ($1\bar{1}0$) avec m. m. = 124°. Cassure p = (001) avec ph^1 = 106°. Allongement +. Signe optique —. Extinction à 19° 5'. Plans des axes optiques parallèlement à g^1 = (010). ng-np = 0,020 ; ng — nm = 0,007 ; nm — np = 0,013 ; 2 V calculé 56° 48' Polichroïsme : ng vert bleu foncé, nm vert foncé, np jaune pâle.

Epidote : Le petit nombre de sections m'a uniquement permis de vérifier quelques caractères. La biréfringence maximum n'est pas supérieure à 0,031. L'allongement est de signe variable. 2 V est grand et le signe optique est négatif. Le minéral est incolore, le relief très élevé.

Zoïsite : On trouve quelques gros grains de ce minéral, et son relief est très élevé ; la biréfringence faible ne dépasse pas 0,006. La section nm-np donne une biréfringence de 0,002 environ.

Numéro 97. — 5830 mètres du côte nord.

Greiss grenatifère à tourmaline. — Cette roche est formée par du quartz associé à du feldspath peu mâclé et à de la biotite, brun fortement polichroïque.

A côté de la biotite, mais jouant un rôle très accessoire, se trouve un peu d'amphibole verte, faiblement polychroïque et peu colorée. Comme élément accessoire principal, on trouve de gros grains de grenats, passablement abondants, puis quelques sections de tourmaline verte brunâtre. On trouve encore un peu de zoïzite, de la chlorite verte, peu biréfringente, et de la magnétite en petits amas irréguliers et en traînées.

Les caractères de ces minéraux sont les suivants :

Feldspath : Ce minéral est généralement peu mâclé. On observe assez nettement le clivage p = (001). Quelques sections présentent des mâcles, suivent les lois de l'albite et de la péricline.

Les lamelles hémitropes généralement plutôt larges, ne sont que peu répétées. Une détermination faite par la méthode de Fedorow sur une section mâclée et faiblement zonée a donné pour le noyau 27 % An et pour la bordure 32 % An.

On remarquera que le noyau se trouve (contrairement à ce qui est le plus souvent admis pour les roches éruptives) être plus pauvre en anortite que la bordure.

Biotite : Clivage p. parallèle à l'allongement positif ; signe optique — ; ng-np = 0,052. Polychroïsme : ng. brun jaune foncé, jaunâtre très pâle, presque incolore.

Amphibole : Elle est de couleur claire et légèrement polychroïque dans le bleu verdâtre. L'angle d'extinction maximum est environ de 15°. Les cristaux se présentent en prismes assez allongés. Ces propriétés se rapportent à la variété de hornblende plutôt alcaline, et sont caractéristiques pour un grand nombre de schistes cristallins.

Chlorite : Ce minéral, dont la formation peut, selon toute probabilité, être considérée, comme postérieure à celle de la biotite dont il provient, se présente souvent en groupements parallèle avec le mica. Ce dernier montre fréquemment une diminution de sa couleur, correspondant à une transformation en chlorite. Les cristaux de chlorite sont froissés, fréquemment ployés, ils montrent le clivage p. parallèlement à l'allongement, lequel est négatif. ng-np. = 0,003 à 0,005. L'angle des axes optiques est presque nul et de signe positif. Le polychroïsme très faible se fait comme suit : np. parallèle au clivage = verdâtre pâle ; ng., perpendiculaire au clivage = jaunâtre pâle à incolore.

Zoïsite : On ne touve que quelques petits grains de ce minéral, qui peut être identifié par son fort relief et par sa faible biréfringence, ainsi que par son notable pouvoir dispersif.

Numéro 98. — 5840 mètres du côté nord.

Micaschiste à grenat. — Cette roche est essentiellement constituée par une association de quartz et de muscovite auxquels il faut adjoindre du feldspath non mâclé ou plutôt faiblement mâclé, ainsi que de la biotite, mais en quantité tout à fait subordonnée par rapport à la muscovite. Comme élément accessoire, on trouve quelques gros cristaux craquelés de grenat,

ainsi qu'un peu de Zoïsite et quelques lamelles kaoliniques plus ou moins opaques, chargées d'oxyde de fer et de lamelles de séricite.

Les propriétés des minéraux constitutifs sont les suivantes :

Le feldspath ne peut se distinguer que très péniblement du quartz, auquel il est du reste intimément associé. On peut cependant se baser sur la présence des plans de clivage dans les cas où les mâcles sont absentes. On observe cependant quelques très rares mâcles suivant la loi de l'albite. Dans certaines parties de la roche, le feldspath se charge de produits kaoliniques qui le rendent alors reconnaissable, mais le plus souvent, il est absolument clair et limpide et se présente en sections à contours plus ou moins réguliers ainsi que le quartz lui-même.

La détermination de ce feldspath a été faite à l'aide de la méthode de Fedorow sur un grain non mâclé, mais présentant nettement deux clivages et a donné comme résultat 21 % An.

Muscovite : Clivage p. parallèle à l'allongement positif ; signe optique négatif ; extinction droite : ng.-np. = 0,039.

Biotite : Allongement positif : signe optique négatif ; 2 V. presque nul ; ng.-np. = 0,057. Polychroïsme ; ng. brun foncé, np. jaune brunâtre très pâle.

Zoïsite : On ne trouve que quelques grains de ce minéral identifiable comme il est indiqué précédemment.

Numéro 118. — 6552 mètres du côté nord.

Amphibotite. — Cette roche est constituée par un amphibole d'un vert clair, nettement polychroïque, qui forme la presque totalité de la roche. Les intersections sont remplies de cristaux de calcite et de quartz, mais par rapport à l'amphibole, ces deux minéraux sont extrêmement réduits. On trouve encore un peu de biotite brun rouge, fortement polychroïque, ainsi qu'un élément noir, opaque, assez abondant qui semble devoir être rattaché à l'ilménite plutôt qu'à la magnétite, grâce au reflet brunâtre présenté par ces cristaux. D'après les indications qui m'ont été communiquées par M. Grebel, la présence de l'urane aurait été constatée dans cette roche. Il me paraît alors probable que l'urane soit lié à l'ilménite.

Les propriétés des minéraux constitutifs sont les suivants :

Hornblende : Se présente en longues sections criblées d'inclusions ainsi qu'en petits prismes, elle est de couleur verte. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 et ng. fait un angle de 14° avec l'arrête prismatique ; clivage m = (110) ($1\bar{1}0$) avec m. m. = 124° ; ng-np. = 0,023 ; nm-np = 0,018 ; ng-nm = 0,005 ; 2 V = 55° 40' : Polychroïsme : ng. vert bleuâtre, nm. vert, np. incolore.

Les sections d'amphibole de grandes dimensions sont souvent moins colorées au centre qu'à la périphérie, lorsque tel est le cas, on remarque toujours que les parties les moins colorées sont aussi légèrement moins biréfringentes.

Biotite : On observe quelques lamelles à extinctions droites, et l'allongement est positif ; signe optique négatif. 2 V presque nul. Le petit nombre de sections n'a pas permis la détermination de ng-np. Polychroïsme : ng brun rouge, np incolore.

Quartz : Les quelques grains de ce minéral montrent des extinctions onduleuses correspondant très probablement à un effet mécanique, supporté par la roche. Les propriétés optiques sont comme d'habitude.

(A suivre).

ÉTUDE

SUR LES

PIÉRIDES DU JURA

PAR

H. d'AURIOL

Les Piérides sur lesquelles ont porté mes observations sont : *Aporia cratægi, Pieris brassicæ, rapæ, napi, Euchloë cardamines*, *Leptidia sinapis, Colias hyale*, *edusa*.

J'en ai poursuivi l'étude pendant un certain nombre d'années dans des localités voisines de hauteur variée, à des époques diverses.

Cette condition est facile à réaliser, puisque l'on peut, en quelques heures, chasser dans le Jura, sur les pentes inférieures et dans les vallées élevées de 500 à 1500 mètres, dans des orientations très différentes.

Le matériel est abondant ; l'espèce également représentée à la plaine et à la montagne, offre la possibilité d'étudier complètement les variétés qui se présentent.

Mon but a été, non pas de créer de nouvelles races géographiques, ni de chercher des variétés et des aberrations pour leur donner des noms aussi éphémères qu'artificiels, mais de grouper les exemplaires recueillis, afin d'obtenir un ensemble d'individus qui puisse représenter le type dominant dans le Jura.

J'entends par là la majorité des individus présentant un ensemble de caractères communs frappants. Autour de ce type, viennent se grouper les exemplaires qui offrent les variations subies par suite des diverses conditions climatiques.

Quand on figure un type, c'est généralement d'après un exemplaire unique, qui peut s'écarter précisément de la majorité des exemplaires vivant dans une région déterminée.

On ne peut regarder indéfiniment comme aberrants, la majorité des individus recueillis dans une région délimitée, parce qu'ils diffèrent du sujet décrit une fois par un auteur et considéré comme type. Ainsi, chez *napi,* on nomme *ab. immaculata* ou *impunctata*, ou encore *virginata,* les exemplaires privés de taches noires sur l'avers des ailes antérieures.

On fait rentrer dans cette variété ou aberration les exemplaires revêtus seulement de quelques écailles noires sur la partie discale. La ligne de démarcation est souvent difficile à établir, l'on regarde comme typiques les individus revêtus de taches noires. On verra plus loin comment se comporte la majorité de l'espèce dans le Jura.

On ne s'explique pas non plus pourquoi, chez *rapæ*, la génération estivale doit être considérée comme type, plutôt que celle du printemps, à laquelle on octroye le nom de *metra* Steph. qui ne figure pas dans Staudinger. Certains auteurs lui laissent cependant le terme de forme ou génération estivale, qui me paraît le seul exact.

D'après une série d'individus recueillis et examinés avec méthode, on retrouve généralement une majorité que l'on appellera, si l'on veut le type, et aux deux extrémités de la série, une minorité d'individus dont les caractères de mélanisme, par exemple, seront atténués ou renforcés. Je l'ai indiqué pour *Parn. apollo.* Il en est de même chez les *Piérides,* et je l'ai constaté à la suite de plusieurs années d'observation.

Ce genre d'études devrait être poursuivi avec continuité pendant de nombreuses années consécutives, afin de s'assurer qu'aucun fait nouveau ne vient infirmer les conclusions que j'apporte sous réserve. Il deviendrait alors extrêmement intéressant de constater une dérogation aux observations faites jusqu'ici.

L'étude poursuivie de cette façon paraît plus fructueuse pour l'avenir de la science lépidoptérologique que celle de la recherche unique d'exemplaires soi-disant aberrants avec la préoccupation constante d'un nom nouveau à leur appliquer.

Dans cet ordre de recherches, on retrouvera toujours quelque différence d'un sujet à un autre, quand ce ne serait que le

nombre d'écailles qui diffère d'un individu à l'autre, dans la formation d'une tache ou simplement d'une ébauche de tache.

Un observateur remarque-t-il la présence d'écailles en un point déterminé, constituant pour lui le caractère justifiable d'un nom nouveau, aussitôt un autre, armé d'un microscope, arrive à découvrir des écailles invisibles à l'œil ; à quel nombre d'écailles, l'exemplaire recevra-t-il un nom nouveau d'aberration, et où s'arrêtera-t-on dans cette voie ?

Ainsi que je l'ai remarqué chez *Parn. apollo,* le caractère de l'érythrisme commence déjà à se manifester par une seule écaille rouge, et c'est alors que la réunion de ces dernières constitue un amas visible que les auteurs ont appliqué un nom d'aberration, de variété.

J'ai fait les mêmes constatations pour les *Piérides*, chez lesquelles l'on constate également l'apparition d'écailles noires en des points déterminés. D'après leur groupement, leur nombre, on leur a donné des noms nouveaux qui ne représentent pas de caractères bien définis.

Par suite de différences infimes, les divers noms qui leur sont donnés deviennent synonymes et sont souvent considérés comme tels. Il n'y a plus de limite dans cette voie, et la fantaisie, dans ce domaine, s'exerce sans ordre.

On voit des dispositions de taches identiques chez deux espèces voisines porter des noms d'aberration différents, tirés aussi bien de l'histoire naturelle que de noms propres plus ou moins latinisés.

Les pages suivantes résument les observations que j'ai poursuivies pendant quelques années consécutives.

Ainsi que je l'ai déjà fait pour mon étude sur les *Apollo* du Jura, j'ai tenu compte de la taille des individus dans les caractères que j'ai énumérés, parce que, souvent, les tendances mélaniques se trouvent plus en avance chez ceux dont la taille est la plus grande.

J'ai groupé les exemplaires recueillis en génération *vernalis* plaine et montagne, génération *aestivalis* plaine et montagne. Les observations consignées chez ces diverses générations revêtent de ce fait une signification qui se trouve liée en partie à la température, puisque l'on capture fréquemment dans la même

journée des exemplaires de plaine et de montagne. Les différences constatées soit dans la taille, la pigmentation ou dans tel autre caractère, deviennent intéressantes. On peut, si cela en vaut la peine, parler de formes de montagne et de plaine, sans aller jusqu'à l'expression de race que ne justifie pas le rayon limité de mes recherches.

Variations chez Aporia cratægi

Les variations que l'on constate chez *Aporia cratægi* sont les suivantes :

Les individus recueillis présentent, ou ne présentent pas, un épaississement notable d'écailles noires de la ligne qui termine la cellule discoïdale de l'aile antérieure, accompagné d'une augmentation ou d'une diminution du nombre des écailles noires au bord marginal des ailes antérieures. Ces caractères sont assez frappants pour classer d'emblée tel exemplaire dans l'une ou l'autre de ces catégories.

J'ai donc séparé deux séries typiques de *cratægi;* celle que je nomme : série à ligne discoïdale faible et série à ligne discoïdale renforcée.

1° On trouve dans la plaine des exemplaires avec cette ligne discoïdale faible ; leur envergure d'ailes varie de 31^{mm}, 24, 22, 21 à 30^{mm}, 20, 20, 20. (soit la longueur des ailes antérieure et postérieure, et la largeur des ailes antérieure et postérieure). Ils constituent le 31 % des exemplaires recueillis et volent du 31 mai au 25 juin. Ainsi que je l'ai dit, leur caractéristique est de laisser voir une faible pigmentation en écailles noires à l'extrémité des nervures des ailes antérieures, ainsi qu'une ligne d'écailles noires très mince à la région externe da la cellule.

2° Les exemplaires de plaine avec cette ligne discoïdale renforcée ont une envergure d'ailes de 33, 25, 22, 21 à 29, 23, 19, 19. Ils constituent le 69 % des exemplaires recueillis et volent du 27 mai au 26 juin. Ils ont une forte pigmentation des écailles noires à l'extrémité des nervures des ailes antérieures qui forment un triangle noir vers la bordure de l'aile. Les exemplaires les plus petits de la série, tout en montrant ce renforcement de la cellule discoïdale par des écailles noires, n'ont souvent pas la

bordure de l'aile noire, ainsi qu'on l'observe chez les exemplaires de taille plus grande.

Les exemplaires à discoïdale renforcée sont plus nombreux que ceux à discoïdale faible.

On trouve à la montagne des exemplaires avec cette ligne discoïdale faible; ils sont rares, leur envergure d'ailes varie de 31, 24, 19,21 à 29, 24, 20,20. Ils constituent le 60 °/₀ des exemplaires recueillis et volent de la fin de juin au commencement de juillet.

Les exemplaires de montagne à discoïdale renforcée, rares également, ont une envergure d'ailes de 28, 29, 19, 19 à 26, 21, 18, 18; ils constituent le 40 °/₀ des exemplaires recueillis et volent de la fin de juin au commencement de juillet.

Les exemplaires de montagne sont plus petits que ceux de plaine et paraîtraient avoir une tendance plus faible au mélanisme renforcé, conséquence des conditions peut-être moins favorables à un développement plus complet de l'individu. Le peu d'exemplaires recueillis ne permet pas de formuler de conclusions à cet égard.

On trouve dans la plaine des exemplaires ♀ dont l'envergure est de 33, 27, 21, 23 à 30, 25, 20, 19. Il est moins facile de constater le renforcement de la ligne discoïdale chez la ♀ où ce caractère est beaucoup moins apparent. Cependant les exemplaires avec cette ligne discoïdale renforcée ne forment que le 35 °/₀ et ceux avec la ligne discoïdale faible, le 65 °/₀.

On trouve encore à la montagne des exemplaires ♂, dont l'envergure de l'aile est de 32, 26, 20, 20 à 31, 25, 19, 19, la moyenne des exemplaires de montagne est également inférieure comme taille aux exemplaires de plaine.

La majorité des exemplaires recueillis en plaine, soit le type dominant présente une tendance générale à l'augmentation des écailles noires, c'est-à-dire au mélanisme renforcé.

Le type ordinaire de *Aporia cratægi* dans le Jura est représenté par des exemplaires à la ligne discoïdale renforcée, avec formation de triangles noirs à l'extrémité des nervures. La taille est plus grande chez les individus qui représentent cette

tendance, le plus hautement caractérisée. La taille, par contre, est plus petite chez les individus de montagne, et tandis que les variations extrêmes de l'aile antérieure ne sont que de 3mm chez les exemplaires de plaine, elles atteignent 5mm chez les exemplaires de montagne. La variation de l'envergure des ailes paraît sujette à de plus grands écarts à la montagne.

Tandis que l'époque où vole *Aporia cratægi* en plaine dure du 27 mai au 25 juin, à la montagne, où l'espèce est moins répandue et même rare, elle vole du 30 juin au 6 juillet ; on doit cependant pouvoir la trouver plus tard.

Oberthür dit avoir rencontré *cratægi* dans les Pyrénées ; mais Meyer Dürr disait que dans les régions montagneuses, on ne rencontrait nulle part *cratægi*. Il ajoute, ce que je n'ai pas constaté que les ailes des ♀ sont plus étirées en longueur, elles forment, dit-il, un angle entre le bord intérieur et le bord postérieur, tandis que chez les ♂ les ailes sont arrondies. On a donné des noms d'aberration à quelques-uns de ces phénomènes mélaniques que je viens de rapporter. Je prends comme exemple, *ab. suffusa* Tutt. Cette aberration se rapporte à des exemplaires plus lavés de noir, c'est-à-dire des exemplaires recouverts d'écailles noires. La description complémentaire qu'en fait l'auteur indique que ces exemplaires ont les bords extérieurs formant une tache triangulaire. J'ai montré que cette tendance est celle des exemplaires avec la ligne discoïdale renforcée et représente le type dominant dans le Jura. Il semble préférable d'indiquer la direction générale du mélanisme dans une série d'exemplaires, plutôt que de donner un nom d'aberration aux individus chez qui l'on constate simplement la tendance au mélanisme renforcé. On évite, en outre de cette façon, l'inconvénient de doter l'individu de divers noms d'aberration, servant à désigner la formation ou la présence de taches noires en divers endroits sur les ailes, toutes orientées dans le même sens, celui du mélanisme.

Aporia cratægi à tendance mélanique serait caractérisé par un plus grand nombre d'écailles noires à forte pigmentation, tandis que les exemplaires dont les écailles ont une moindre pigmentation noire représenteraient la tendance opposée.

Les conditions atmosphériques, spéciales au Jura, exercent surtout leur influence dans le sens mélanique.

Des observations, faites dans d'autres régions, peuvent conduire à des constatations en sens opposé.

La tendance dans ce sens ne s'observe pas exclusivement dans les régions froides du Nord, comme on pourrait le supposer. On a décrit un *Aporia cratægi* de Sicile à caractères mélaniques prononcés, tandis que des exemplaires de Suède se rencontrent également avec des caractères mélaniques. Dans quelles conditions, c'est-à-dire dans quelles localités spéciales et à quelle époque, ces exemplaires ont-ils été recueillis, c'est ce qu'il resterait à connaître. On trouverait peut-être des individus à caractères opposés à ceux qui ont été signalés. Il est bien probable qu'ailleurs que dans le Jura, les deux tendances que j'ai constatées ici, peuvent se manifester et s'orienter dans des directions opposées, suivant les localités, suivant aussi les années chaudes ou froides, sèches ou humides.

Variations chez Pieris brassicæ

Les variations que l'on constate chez les ♂ de *Pieris brassicæ* sont les suivantes :

Les individus recueillis en plaine présentent une envergure d'ailes de 32^{mm}, 25, 19, 19 à 28, 23, 18, 18. La majorité des exemplaires a une envergure de 30, 25, 18, 20 à 29, 24, 18, 18. Le dessous des ailes postérieures est foncé. Ils volent du 27 avril au 25 juin ; j'ai rencontré un exemplaire dont l'avers des ailes antérieures avait quelques écailles noires sur le disque, ébauchant deux taches noires, caractères de la ♀.

Les individus recueillis à la montagne présentent une envergure d'ailes de 31, 25, 18, 19 à 28, 23, 16, 17. Ils volent du 19 au 6 juillet. Les individus ♂ de la génération *aestivalis*, en plaine, ont une envergure d'ailes de 32, 26, 19, 19; ils volent dans la première quinzaine de juin. Le revers des ailes postérieures est clair. Les individus ♂ de la génération *aestivalis* en montage ont une envergure d'ailes de 33, 27, 20, 21 à 30, 25, 19, 19, la majorité des exemplaires ayant 32, 25, 22, 21. Ils volent du 9 juillet au 29 août. Le revers des ailes postérieures

est clair. Les individus de la génération estivale sont en général plus grands que ceux de la génération vernale.

On trouve en plaine la génération *vernalis* des ♀ avec une envergure d'aile de 34, 28, 20, 21 à 30, 26, 18, 19. Cette génération vole du 14 mai au 25 juin. Le dessous des ailes postérieures est foncé. En montagne les individus recueillis ont une envergure d'ailes de 32, 27, 19, 21 à 27, 22, 15, 16. Le dessous des ailes postérieures est clair. Cette génération vole du 18 mai au 4 juillet.

La génération estivale vole du 4 juillet au 30 juillet à la montagne, leur envergure d'ailes est de 34, 28, 21, 22 à 30, 25, 18, 19. On trouve de nouveau en septembre à la montagne de rares exemplaires ♀ dont l'envergure d'ailes est de 29, 24, 17,5, 17. Le trait noir basal sur l'avers de l'aile antérieure, a presque disparu, le revers de l'aile postérieure est foncé, par contre, comme chez les exemplaires du printemps.

Pieris brassicæ ♂ et ♀ ne présente pas d'autre variation que dans la taille, l'amplitude de la variation est plus grande à la montagne, la forme estivale est la plus grande. En automne on voit reparaître à la montagne des ♀ de *brassicæ* qui ressemblent, avec une taille moindre, à la génération vernale. Les conditions de température à la montagne en automne, après un été froid, se retrouvent identiques à celles du printemps. Chez *Pieris brassicæ* cependant, on n'a reconnu que deux générations jusqu'ici.

Variations chez Pieris rapæ

Les variations que l'on constate chez les rapæ ♂ sont les suivantes :

Dans la plaine, au bas du Jura, et sur ses contreforts jusqu'à 700 mètres, on rencontre :

1° des individus dont l'avers et le revers des ailes antérieures sont privés de taches noires. On en trouve exceptionnellement une ou deux sur le revers des ailes antérieures. Le revers des ailes postérieures est parsemé d'écailles noires. L'angle apical renferme quelques écailles noires.

34 % des individus n'ont pas de taches noires. 41 % en possèdent une seule et 25 % en ont deux.

La taille de ces individus varie de 24mm, 20, 14, 15 à 21, 17, 13, 14, le majorité a comme taille 23, 18, 13, 14. Ils volent du 10 avril au 15 juin.

2° des individus dont l'avers des ailes antérieures, ainsi que le bord antérieur de l'avers des ailes postérieures, sont recouverts d'une tache noire en formation. Le revers des ailes antérieures est recouvert d'une ou de deux taches noires. 38 % des individus ont une tache en formation, 62 % en ont deux. Le revers des ailes postérieures est parsemé d'écailles noires. Leur taille varie de de 24mm, 19, 14, 15 à 21, 17, 12, 13, la majorité a comme taille 23, 19, 13, 14. Ils volent du 7 avril au 25 juin.

3° des individus dont l'avers des ailes antérieures et le bord antérieur des ailes postérieures, sont recouverts de taches noires entièrement formées. Le revers des ailes antérieures est recouvert d'une ou de deux taches noires. On trouve 9 % des individus avec une tache noire et 91 % avec deux taches noires Leur taille varie de 24mm.5, 20, 15, 15.5 à 22, 18, 13, 14 ; la majorité a 24, 20, 15. 15.5. Ils volent du 13 mai au 14 juin. Le revers des ailes postérieures est couvert d'écailles noires. Ces trois séries d'individus rentrent dans la génération *vernalis*.

4° des individus dont le dessus des ailes antérieures et le bord antérieur des ailes antérieures sont recouverts de taches noires. Le revers des ailes antérieures a deux taches noires sans exception. Leur taille varie de 27mm, 22, 16, 18 à 23, 19, 15, 16 ; la majorité a entre 25, 21, 16, 17 et 26, 22, 16, 17 ; ils volent du 17 juin au 10 septembre. Le revers des ailes postérieures est parsemé d'écailles noires.

Cette dernière génération d'individus fournit 15 % d'exemplaires dont la taille est de 26, 22, 15, 17. Les taches noires situées sur l'avers des ailes antérieures, et au bord antérieur de l'avers des ailes postérieures, sont caractérisées par leur grosseur. Le revers des ailes postérieures, privé d'écailles noires, est blanc ou blanc jaunâtre. Cette catégorie rentre dans la génération *æstivalis*.

A la montagne on rencontre :

1° des individus dont l'avers des ailes antérieures est privé

de taches noires, ou ne laisse voir que quelques écailles noires, tandis que le revers de ces ailes est recouvert d'une ou de deux petites taches noires. 57 % ont une tache noire, 43 % en ont deux. Le revers des ailes postérieures est parsemé d'écailles noires, leur taille varie de 24, 20, 14, 15 à 22, 18, 13, 14, la majorité a 24, 19, 14, 15. Ils volent du 20 mai au 4 juillet.

2° des individus dont l'avers des ailes antérieures est recouvert de taches noires faiblement marquées et le revers d'une ou de deux taches noires. L'apex des ailes antérieures est gris. Le revers des ailes postérieures est presqu'entièrement blanc. Le 80 % des exemplaires a deux taches noires sur le revers des ailes antérieures tandis que le 20 % n'en a qu'une, leur taille varie de 25^{mm}, 21 16, 16 à 23, 19, 14, 14.5. Ils volent du 27 juin au 18 août.

3° des individus dont l'avers des ailes antérieures est recouvert de taches noires, le revers de ces ailes en a deux, leur taille varie de 26^{mm}, 21, 16, 16 à 23, 19, 14, 15, la majorité a 25, 20, 15, 16 à 23, 19, 14, 15. Ils volent du 29 août au 10 septembre. Le revers des ailes postérieures est parsemé d'écailles noires.

Les variations que l'on constate chez les *rapæ* ♀ sont les suivantes :

1° Dans la plaine on rencontre des individus dont l'avers des ailes est revêtu de deux taches noires. Le revers des ailes antérieures n'a pas de tache noire, ou bien n'en a qu'une ou deux, leur taille varie de 23^{mm}, 19, 13, 15 à 22, 18, 14, 14. Ils volent du 27 avril au 30 mai, un seul exemplaire s'est encore rencontré le 25 juin. Le revers des ailes postérieures est parsemé d'écailles noires.

2° des individus dont l'avers des ailes antérieures est revêtu de deux taches noires, la teinte fondamentale des ailes est grise, leur taille varie de 24^{mm}, 20, 15, 16 à 23, 19, 14, 16. Ils volent du 27 avril au 4 mai, le revers des ailes postérieures est revêtu d'écailles noires.

3° des individus dont l'avers des ailes antérieures est revêtu de deux taches noires, la teinte fondamentale des ailes est jaune, le revers des ailes postérieures est revêtu d'écailles noires sur

un fond jaune. Les trois séries rentrent dans la génération *vernalis*.

4° des individus dont l'avers et le revers des ailes antérieures est revêtu de deux taches noires plus développées que dans la série précédente. La teinte fondamentale des ailes est grise, leur taille est de 25^{mm}, 21, 15, 17 ; ils volent du 27 mai au 20 juillet, le revers des ailes postérieures est revêtu d'écailles noires.

5° des individus dont l'avers et le revers des ailes antérieures est revêtu de deux grosses taches noires, beaucoup plus développées que dans la série précédente, la tache apicale est également plus développée et plus noire, leur taille varie de 25^{mm}, 21, 16, 17 à 22, 19, 14, 15, ils volent du 18 juillet au 1er septembre, le revers des ailes postérieures est revêtu d'écailles noires.

On trouve chez les deux générations du printemps et de l'été, deux types avec la teinte fondamentale jaune.

A la montagne on rencontre :

1° des individus dont les ailes antérieures sont revêtues sur l'avers et le revers, de deux taches noires, la teinte fondamentale des ailes est grise, leur taille varie de 23^{mm}, 19, 14, 15 à 22, 18, 14, 15 ; ils volent du 15 mai au 30 juin, le revers des ailes postérieures est revêtu d'écailles noires. Ils rentrent dans la génération *vernalis*.

2° des individus dont l'avers et le revers des ailes antérieures est revêtu de deux grosses taches noires, leur taille varie de 26^{mm}, 22, 15, 16 à 21, 18, 13, 14. La teinte fondamentale des ailes est jaune. Ils volent en juillet. Le revers des ailes postérieures est privé d'écailles noires. Ils rentrent par leurs caractères dans la génération *aestivalis*.

3° des individus dont l'avers et le revers des ailes antérieures est revêtu de deux taches noires. Leur taille varie de 26^{mm}, 21, 15, 16 à 21, 17, 12, 12. La teinte fondamentale des ailes est grise. Ils volent du 2 juillet au 10 septembre.

Quand les deux taches de l'avers des ailes antérieures sont très grosses, elles montrent une tendance à se réunir par un semis d'écailles noires. On a nommé les individus ainsi conformés *ab. fasciata*.

Les générations printanières à la montagne se montrant plus tardivement sont représentées par des types plus avancés sous le rapport de la formation des taches noires, que ceux de la plaine. Je n'ai pas rencontré d'exemplaires dont les taches noires sont peu formées, ainsi que cela se remarque en plaine.

Description de rapæ, des divers auteurs

Pieris rapæ ♂ figuré par Röber (pl. 20 gen. aest.) a 25mm, 20, 15, 15 d'envergure, il figurerait un petit exemplaire, type du Jura, mais avec une deuxième tache apicale faible sur l'avers de l'aile antérieure, à moins que Röber n'ait voulu figurer la tache sur le revers transparaissant sur l'avers de l'aile.

Pieris rapæ ♀ (Röber gen. *vern. metra*) a 24mm, 20, 15, 16 d'envergure ; c'est un exemplaire avec deux taches noires, qui rappelle le type ♀ *aestivalis* du Jura, tandis que le ♂ figuré, rappelle le *vernalis* ♂ du Jura. On voit par ces exemples combien les générations varient sans doute suivant les régions. Röber dit encore (p. 46) que les dessins noirs sont moins développés chez *metra (vernalis)* le dessous des ailes postérieures est d'un jaune plus foncé, plus saupoudré de noirâtre.

Oberthür parle de deux formes saisonnières ; celle du printemps a l'apex plus gris, les taches noires moins accentuées, la pilosité thoracique plus développée ; celle d'été a les taches noires plus nettes, le thorax et l'abdomen plus ras et plus blanc. (Lépid. comp. III p. 131).

Turati dit que *rapæ vernalis* a la tache apicale grise chez les deux sexes au lieu d'être noire (Rhop. palæ, p. 156, 167) ; à la date du 23 juin j'ai des individus avec les taches apicales grises et noires.

Meyer Dürr décrit deux générations du printemps et de l'été dues selon lui à l'action de la chaleur (Verzeichn. der Schmetterlinge der Schweiz).

Noms de variétés et d'aberrations donnés par les auteurs

On a appelé *metra* la génération *vernalis*. La génération d'été est considérée comme type et s'appelle *rapæ*. La première génération, dans ses variations, donne *similis Kr. debilis Alp. ab.*

leucotera Steph, *ab. immaculata Cork*, *alba Sec. flavescens*, *form. nov.* ♀ (Röber).

La génération *aestivalis* donne *ab. messanensis* et *dubiosa form. nov.* (Röber).

Il est plus simple de dire : générations *vernalis* et *aestivalis*.

L'absence d'écailles noires sur l'avers des ailes antérieures donne aux exemplaires qui en sont privés, la qualification d'aberration. J'ai montré que les écailles noires augmentent avec l'avancement de l'année. Les premiers exemplaires privés d'écailles noires ne constituent pas une aberration à proprement parler, car il y a toute une gamme parcourue depuis l'absence jusqu'à la présence de ces dernières, en nombre variable.

Il est trop compliqué de dire que l'individu nommé *leucotera* est une aberration de la forme *metra* de l'espèce soi-disant type *rapæ*. Cela embrouille du reste les notions de variété et d'aberration. Mais il est très naturel de nommer simplement, si l'on y tient, *leucotera vernalis* les exemplaires privés d'écailles noires.

Je ne mentionne pas d'autres noms d'aberrations décrits, figurés ou non figurés, la plupart du temps par leurs auteurs. Les noms sont nombreux, les caractères qu'ils énumèrent, consistent en une taille plus ou moins grande, avec des taches plus ou moins dévéloppées une teinte grise, jaunâtre. Ces types décrits ne sont, à mon avis, justifiables d'aucun nom nouveau. Je ne parle bien entendu que des noms qui ont été donnés à des variétés ou aberrations volant dans nos régions.

Formation des taches noires chez les ♂

On observe une progression constante dans la formation des taches noires, dans la pigmentation plus accentuée, ainsi que dans la taille des individus, laquelle augmente dans les générations successives, avec l'avancement des saisons. La progression est plus rapide chez les individus de montagne, en ce sens que l'on y rencontre moins de types intermédiaires, au printemps, comme on le constate chez les exemplaires de plaine où les générations printanières fournissent plus de variations sur une période plus longue.

Dates d'apparition

On observe deux dates principales d'apparition : la première du 7 avril au 25 juin en plaine, du 20 mai au 4 juillet à la montagne. On voit voler encore des individus de la première génération à ces dates extrêmes, mais je n'entends pas dire qu'ils soient éclos encore à ces époques, du 25 juin et du 4 juillet. La deuxième date commence le 17 juin et dure jusqu'au 10 septembre en plaine, en montagne du 27 juin au 10 septembre.

Type ♂

Le type achevé ♂ de la première génération sera représenté par les individus chez lesquels les taches noires de l'avers et les deux taches noires du revers des ailes antérieures sont bien marquées, ainsi que la tache noire située au bord interne de l'avers de l'aile postérieure.

On a vu que la majorité des exemplaires ♂ ont les ailes antérieures revêtues d'ébauches de taches noires. Le type, dans le sens où il désigne la majorité des exemplaires, est donc représenté par des individus chez lesquels les caractères d'avancement dans la formation des taches noires ne sont pas achevés. Par contre la génération estivale donne des individus dont le nombre des taches ne varie plus.

Caractères aberrants ♂

Les individus ♂ de la 2me génération de plaine et de montagne, dont le revers des ailes postérieures est privé d'écailles noires (fonds jaune uni et caractéristique de cette génération suivant certains auteurs) ont chez les exemplaires de plaine les taches noires les plus développées, tandis que chez ceux de la montagne elles sont plutôt effacées.

Formation des taches noires chez les ♀

Chez les ♀ on fait les mêmes constatations relatives à l'intensité des taches noires suivant l'avancement des saisons, et à la taille des individus.

La génération printanière de montagne est moins abondamment représentée que la génération correspondante de plaine.

Dates d'apparition

On observe deux dates principales d'apparition, la première du 27 avril au 30 mai en plaine, du 15 mai au 30 juin en montagne. La deuxième date commence le 27 mai et va jusqu'au 20 juillet en plaine, en montagne elle dure du 2 juillet au 10 septembre. On trouve en plaine, du 18 juillet au 10 septembre, un type différent qui a été décrit.

Type ♀

Le type ♀ *vernalis* est représenté par des exemplaires avec une teinte fondamentale grise, le revers des ailes antérieures étant revêtu de deux taches noires avec le revers des ailes postérieures parsemé d'écailles noires.

Le type ♀ *aestivalis* donne, comme chez les ♂, des individus dont le nombre des taches ne varie plus. L'intensité dans la pigmentation de la tache offre seule quelque variation.

Caractères aberrants des ♀

Chez les ♀, on rencontre, en plaine et en montagne, deux types d'individus, l'un dont la teinte fondamentale des ailes est grise, l'autre où elle est jaune, et cela indépendamment de la date où on rencontre les ♀.

Ces exemplaires sont moins nombreux et semblent être influencés par la température, car c'est en 1911, année chaude, que j'en ai rencontré à la montagne.

Le nom de *flavescens* pourrait convenir pour désigner ces exemplaires, car la description qui a été faite de cette aberration répondrait assez aux individus du Jura. L'exemplaire désigné sous ce nom dans la collection du Museum de Genève présente des caractères beaucoup plus tranchés, il est nettement différent de ceux du Jura.

On a également nommé *ab. flavida Petersen*, des exemplaires jaunes trouvés en Finlande et en Courlande.

Je me bornerai donc à désigner ces exemplaires du Jura sous le nom de *rapæ* ♀ *aestivalis* à fond jaune pour les séparer des types ordinaires à fond gris.

Distinction entre vernalis ♀ *et aestivalis* ♀

On distingue assez aisément les individus de la première génération de ceux de la seconde en ce que chez les premiers, la tache noire basale de l'avers de l'aile antérieure paraît se séparer, formée de deux traits allongés ; les individus de l'été ont cette tache plus forte et plus nette.

Les individus ♂ de plaine fournissent dans leur génération du printemps plus de variations que ceux de la montagne, sur une période de vol plus longue. Ceux de la montagne ont des caractères mélaniques plus rapidement accusés. On trouve des exemplaires de la première série à l'époque de ceux de la deuxième et des exemplaires de la quatrième à l'époque de ceux de la troisième. Les petits exemplaires d'*aestivalis* recueillis à la fin de juillet se confondent, comme aspect, avec les derniers exemplaires de *vernalis* recueillis à la fin de juin. Les individus ♂ de la plaine de la troisième série appartenant à la génération *vernalis* ne se trouvent pas représentés à la montagne. Je n'en ai du moins pas rencontré.

(A suivre).

COMPTE RENDU DE LA SÉANCE

DE LA

SOCIÉTÉ SUISSE DE PHYSIQUE

tenue à Bienne le 5 mai 1917

Président : Aug. Hagenbach

Secrétaire : H. Veillon

Ed. Guillaume. Sur la possibilité d'exprimer la théorie de la relativité en fonction du temps et des longueurs universels. — H. Veillon. Application du détecteur à l'appareil de Lodge pour la démonstration de la résonance électrique. H. Zickendraht. Sur deux oscillographes simples. — A.-L. Bernouilli et E. Krummenacher. Sur l'enregistrement des mesures de points de fusion. — W. Schmid. *a)* De l'influence de la couche d'oxyde sur les pertes dans le fer en feuilles. *b)* Un laboratoire de physique appliquée. — A. Jaquerod. Sur la mesure des capacités. — E. Mühlstein. Traces de rayons α sur plaques sensibles. — J. Brentano. Sur un monochromateur pour rayons Rœntgen. — Perret. Radioactivité des eaux du Jura. — S. Ratnowski et S. Rotszajn. Application de l'hypothèse des quanta à des systèmes tournants.

Ed. Guillaume (Berne). — *Sur la possibilité d'exprimer la Théorie de la relativité en fonction du temps et des longueurs universels.*

Faire de la *Géométrie*, c'est faire l'étude d'un « groupe de déplacements », c'est-à-dire des lois suivant lesquelles des figures peuvent prendre des positions différentes les unes par rapport aux autres, sans « se déformer » ; cette étude se ramène à celle de transformations projectives. On obtient la *Cinématique* ou science du mouvement, lorsqu'on convient d'exprimer les déplacements en fonction d'un paramètre servant à définir le déplacement d'une des figures, choisie arbitrairement. On donne le nom d' « horloge » à cette figure, et le paramètre ou un paramètre en fonction duquel il est exprimé, reçoit le nom de « temps ». Pour bien mettre le rôle du temps en évidence, nous introduirons ce que nous appellerons le « Principe cinématographique ». A cet effet, considérons des figures « déplacées », c'est-à-dire obtenues par des transformations projectives, choisies d'ailleurs comme nous vou-

lons. Il nous est loisible, en prenant des transformations différant très peu les unes des autres, de tracer sur un film autant d'épures que nous voudrons d'images très peu différentes. Pour définir la succession de nos épures, nous introduirons une sorte de « numérotage géométrique » de la façon suivante : sur chaque épure, autour d'un point invariable, nous tracerons un angle dont un côté, OA, restera fixe, tandis que l'autre, OB, sera déplacé d'un angle constant d'une épure à la suivante ; ce sera l' « horloge angulaire ». En projetant et tournant le film, nous réaliserons le « mouvement » de ces figures avec une exactitude aussi grande que l'on veut. L'angle τ dont a tourné la droite OB du début à la fin de l'opération donne une mesure du temps écoulé. Il pourra arriver que l'opérateur tourne le film de façon que nous déclarions que la droite OB est animée d'une « rotation uniforme » ; nous dirons alors que le film est tourné « régulièrement », et nous poserons τ proportionnel à un paramètre t que nous appellerons le « temps universel » ; c'est une variable indépendante.

Analytiquement, les transformations projectives, dans l'espace à 3 dimensions, s'expriment en coordonnées homogènes par des équations de la forme

$$x' = f_1(x, y, z, u) \; ; \quad y' = f_2(x, y, z, u) \; , \quad z' = f_3(x, y, z, u) \; ,$$
$$u' = f_4(x, y, z, u)$$

qui établissent une correspondance entre les deux systèmes de variables S (x, y, z, u), S' (x', y', z', u'), de sorte que si l'on donne un groupe de valeurs pour l'un des systèmes, on peut calculer le groupe correspondant pour l'autre ; nous dirons que ces deux groupes sont *simultanés*. Pour exprimer analytiquement les mouvements visibles sur l'écran, il faut se donner les lois de variation de x, y, z, u par exemple, en fonction de t ; les « vitesses » seront alors les dérivées de x, y, z, u, x', y', z', u' par rapport à t.

Cela posé, considérons la transformation projective :

$$\text{(I)} \quad \begin{cases} x' = \beta(x - \alpha u) \; , \; y' = y \; , \; z' = z \; , \; u' = \beta(u - \alpha x) \\ \alpha = \text{constante} \; , \quad \beta = \dfrac{1}{\sqrt{1 - \alpha^2}} \end{cases}$$

En raison de leur signification physique, les coordonnées u et u' sont des longueurs appelées « chemins optiques ».

Interprétation d'Einstein. — M. Einstein a proposé de prendre d'une façon générale des valeurs proportionnelles à la coordonnée u comme mesure du temps dans le système S, et des valeurs proportionnelles à u' pour cette mesure dans le système S' ; le facteur de proportionnalité est $\frac{1}{c}$, où c est une constante *absolue*

qui représente la vitesse de la lumière. (Principe de la constance absolue de la vitesse de la lumière.) Il en résulte ce fait singulier que les valeurs *simultanées* de u et u' étant, en général, numériquement différentes, à la succession des instants correspondront *deux* suites numériques distinctes, de sorte que des êtres liés à S et des êtres liés à S' seront contraints de faire de la simultanéité une notion relative, et de distinguer entre la longueur « géométrique » et la longueur « cinématique » d'un segment. Selon le système envisagé, c'est u ou u' qu'il faut prendre comme variable indépendante ; par leur nature, ces variables donnent des « horloges linéaires », auxquelles, du reste, il est aisé de faire correspondre des « horloges angulaires ». Mais on ne pourra représenter sur un seul film l'état des deux systèmes à un instant donné ; il faudra *deux* films, l'un indiquant comment S' apparaît à S, et l'autre, comment S apparaît à S', à un instant marqué par l'horloge du système sur lequel on se suppose placé. Les vitesses sont les dérivées de x, y, z par rapport à u, et de x', y', z' par rapport à u'.

Interprétation de l'auteur. — On laisse aux variables u et u' leur caractère de cordonnées *spatiales*, et l'on introduit le temps universel t ; u et u' sont alors des fonctions de t, et leurs dérivées sont les vitesses de la lumière c et c' dans S et S'. On abandonne ainsi le Principe de la constance absolue de la vitesse de la lumière que l'on remplace par la convention suivante : *la vitesse d'un rayon lumineux est une constante invariable lorsqu'on la mesure dans le système qui contient le rayon.* C'est une constance *relative*. En désignant par $q_x \ldots, q_z'$ les dérivées de $x, \ldots, z'$, on obtient immédiatement :

$$\text{(II)} \qquad q_x' = \beta(q_x - \alpha c)\ ,\ q_y' = q_y\ ,\ q_z' = q_z\ ,\ c' = \beta(c - \alpha q_x)$$

qui donnent ce que nous appellerons l'addition *extérieure* des vitesses. L'addition *intérieure* s'obtiendra par un changement d'unité, en prenant la vitesse de la lumière comme étalon dans chaque système. En posant :

$$Q_x = \frac{q_x}{c}\ ,\ \ldots\ ;\ Q_x' = \frac{q_x'}{c'}\ ,\ \ldots$$

on a :

$$\text{(III)} \qquad Q_x' = \frac{Q_x - \alpha}{1 - \alpha Q_x}\ ;\ Q_y' = \frac{Q_y}{1 - \alpha Q_x}\ ;\ Q_z' = \frac{Q_z}{1 - \alpha Q_x}$$

On reconnaît la célèbre règle d'addition des vitesses d'Einstein, règle qui contient toute la nouvelle cinématique, comme la règle du parallélogramme contient l'ancienne. On voit que α est, comme Q_x, une vitesse réduite : la vitesse relative d'entraînement des deux systèmes.

1. Les équations (II) permettent de calculer l'*expérience de Michelson et Morley*, sans la contraction, pour l'observateur non entraîné avec les appareils (voir *Archives*, ce volume, p. 195). Dans le calcul classique, on fait usage de la règle du parallélogramme et de la contraction ; dans notre calcul, on conserve les longueurs, mais on augmente les vitesses.

2. Les équations (III) donnent immédiatement l'*aberration*, en posant :

$$q_x = c \cos \varphi \; ; \; . \; . \; . \; q_x' = c' \cos \varphi' \; , \; . \; . \; .$$

On arriverait au même résultat en identifiant, à l'aide de (I), deux vecteurs proportionnels à

$$\sin \frac{2\pi\nu}{c} \left\{ u - \left(l_x + m_y + n_z \right) \right\} \; ; \; \sin \frac{2\pi\nu'}{c'} \left\{ u' - \left(l_x' + m_y' + n_z' \right) \right\}$$

et l'on trouverait en plus le *phénomène de Doppler* sous la forme remarquable :

$$\frac{\nu}{c} = \frac{\nu'}{c'} \; . \tag{1}$$

3. Le *coefficient d'entraînement partiel* de Fresnel s'obtient en développant le dénominateur de la première équation (III) qu'on peut mettre sous la forme :

$$q_x = c \, \frac{q_x' + \alpha c'}{c' + \alpha q_x'} \quad \text{avec } q'_x = \frac{c'}{n} \quad \text{et en posant } \alpha c = v \; .$$

4. Les formules (I) et (III) laissent invariables les *équations du champ électromagnétique de Maxwell-Lorentz*, qu'il est possible d'écrire :

$$Q_x \varrho + \frac{\partial X}{\partial u} = \frac{\partial N}{\partial y} - \frac{\partial M}{\partial z} \; , \; . \; . \; .$$

Comme on a d'une façon générale :

$$\frac{\partial X}{\partial t} = \frac{\partial X}{\partial u} \frac{du}{dt} = \frac{\partial X}{\partial u} c \; , \quad \frac{\partial X}{\partial u} = \frac{1}{c} \frac{\partial X}{\partial t} \; , \text{ etc.} \; ,$$

ces équations peuvent encore revêtir la forme habituelle :

$$\frac{1}{c} \left(q_x \varrho + \frac{\partial X}{\partial t} \right) = \frac{\partial N}{\partial y} - \frac{\partial M}{\partial z} \; ; \; . \; . \; .$$

L'identification conduit aux expressions connues :

$$\varrho' = \beta (1 - \alpha Q_x) \varrho \, , X' = X \, , \; Y' = \beta (Y - \alpha N) \, , Z' = \beta (Z + \alpha M) \, , \; . \; .$$

dont la première donne la relation remarquable :

$$\frac{\varrho}{c} = \frac{\varrho'}{c'} \; . \tag{2}$$

Comme nous n'avons pas la contraction, le volume est un invariant, mais la *quantité d'électricité* n'en est pas un, contrairement à ce qui a lieu dans la théorie ordinaire. Pour une charge liée à S', on a

(3) $$e = \beta e'$$

5. Les équations du *mouvememt d'un point matériel* par rapport à S' sont :

$$m_o \Gamma_x' = e' X' \quad , \quad m_o \Gamma_y' = e' Y' \quad ; \quad m_o \Gamma_z' = e' Z'$$

Dérivons les équations (III), puis supposons le point momentanément au repos sur S', c'est-à-dire posons $Q_x = \alpha$:

$$\Gamma_x' = \beta^2 \Gamma_x \quad ; \quad \Gamma_y' = \beta \Gamma_y \quad ; \quad \Gamma_z' = \beta \Gamma_z$$

d'où

(IV) $$m_o \beta^3 \Gamma_x = e X \; ; \; m_o \beta \Gamma_y = e (Y - \alpha N) \; ; \; m_o \beta \Gamma_z = e (Z + \alpha M) \; .$$

On en déduit les expressions connues :

(4) $$\begin{cases} m_x = \text{masse longitudinale} = \dfrac{m_o}{\sqrt{1-\alpha^2}^3} \\ m_y = m_z = \text{masse transversale} = \dfrac{m_o}{\sqrt{1-\alpha^2}} \end{cases}$$

6. Pour s'assurer directement que la longueur *cinématique* est identique à la *longueur géométrique*, il faut indiquer la forme des variables u et u' en fonction de t. A notre connaissance, aucun phénomène physique ne permet de préciser cette forme. Des considérations géométriques simples conduisent à poser :

(5) $$u = \lambda + r \quad ; \quad u' = -\lambda + r' \; .$$

En substituant dans (I) et éliminant λ, on obtient :

(6) $$x = x' + \frac{\alpha \beta}{1 + \beta} (r + r') \; ;$$

si l'on donne à t une valeur déterminée, r et r' auront des valeurs déterminées ; en considérant alors deux points x_1' et x_2' fixes sur S', on a entre leur distance mesurée dans l'un et dans l'autre système :

$$x_1' - x_2' = x_1 - x_2 \; .$$

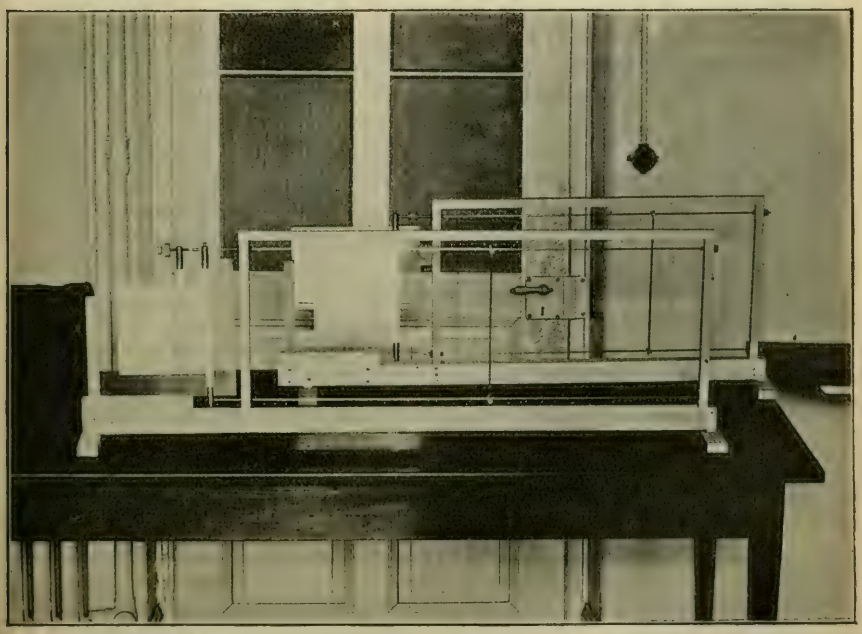
Le plus simple est de supposer (5) fonctions linéaires du temps ; alors λ ne dépend pas de t, et r et r' sont proportionnels à t. Si le point est au repos relatif dans S', $q_x' = 0$, $c = \beta c'$, et l'équation (6) devient simplement en posant $\alpha c = v$:

(6') $$x = x' + vt \; ,$$

autrement dit le système S' se meut, pour le système S, comme un tout rigide ordinaire, non déformé.

H. Veillon. — *Application du détecteur à l'appareil de résonance de Lodge.*

Le dispositif imaginé par Lodge pour démontrer le principe de la résonance dans les ondes hertziennes est bien connu. Deux bouteilles de Leyde de capacités pareilles sont munies de circuits métalliques de manière à former deux circuits oscillants. Le premier travaille comme oscillateur et s'excite par une étincelle produite par une machine statique ou par une bobine d'induction reliée aux deux pôles d'une coupure ménagée dans le cercle. Le second fonctionne comme résonateur, son cercle relie sans interruption les deux armatures du condensateur, mais est susceptible



de modification dans sa longueur ce qui permet d'obtenir la résonance en faisant varier la self-induction. Les deux armatures sont prolongées par des lames d'étain jusqu'au bord de la bouteille ce qui permet la naissance d'une petite étincelle indicatrice. Dans son beau Traité de Magnétisme et d'Electricité, M. Walter Kaufmann [1] emploie ce dispositif en remplaçant dans le cycle résonant les deux lames d'étain par un petit excitateur à vis micrométrique. Cela lui permet de mesurer le potentiel explosif pour chaque posi-

[1]) Müller-Pouillet, *Lehrb. d. Phys.* Bd. IV. 1. Abt. p. 900.

tion du pont dans le circuit secondaire et de dresser ainsi la courbe de résonance. J'ai construit un de ces appareils en substituant des carreaux de Franklin aux bouteilles de Leyde ce qui rend sa fabrication plus aisée. La fig. 1 montre l'aspect. A l'arrière, on voit l'oscillateur ; l'étincelle jaillit entre deux petits disques de zinc à écartement variable. Ces disques se relient aux pôles d'une bobine d'induction. Devant lui se trouve le résonateur avec la vis micrométrique permettant des lectures au centième de mm. Les tringles formant les circuits sont en laiton de 4 mm. de diamètre. Les ponts mobiles permettent de faire varier les côtés horizontaux des rectangles depuis 10 jusqu'à 100 cm. L'écartement des tringles dans le sens de la hauteur est de 35 cm. Avec cet appareil j'ai

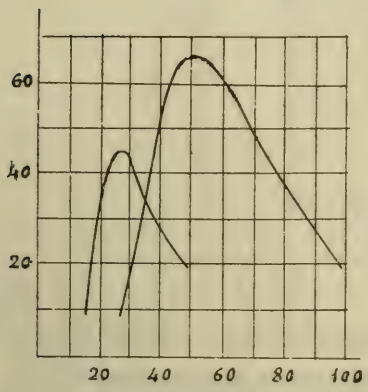


Fig. 2.

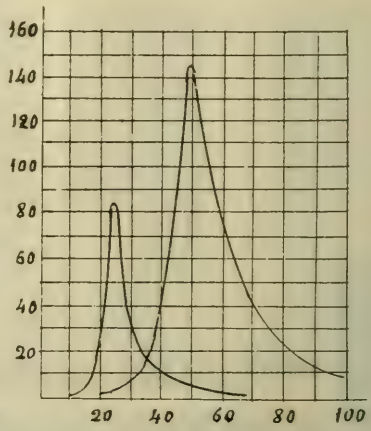


Fig. 3.

établi les courbes de résonance pour différentes positions du pont dans l'oscillateur. Les deux courbes de la fig. 2 montrent ce que l'on obtient en plaçant le pont de l'oscillateur respectivement à 30 cm. et à 60 cm. Dans le premier cas la résonance a lieu lorsque le pont du secondaire se trouve à 25 cm., dans le second cas lorsqu'il se trouve à 50 cm. Les ordonnées représentent les potentiels explosifs en unités électro-statiques absolues. Dans ces expériences l'amortissement est considérable ce qui se voit au caractère des deux courbes. Il est dû en majeure partie à l'étincelle excitatrice.

Cela fait, j'ai essayé de remplacer ce procédé de mesure dans le secondaire par le procédé du détecteur à cristaux. A cet effet, j'ai ouvert suffisamment l'excitateur à vis micrométrique pour empêcher la formation d'étincelles et j'ai relié ses deux pôles par un détecteur (zincite-chalcopyrite) et un galvanomètre en série. Le

petit galvanomètre de Siemens construit pour les besoins de la télégraphie sans fil s'approprie excessivement bien à ce genre d'expériences. L'excitation du circuit primaire ne peut maintenant plus s'effectuer au moyen d'une étincelle, son action sur le détecteur serait beaucoup trop violente et produirait des perturbations qui viendraient masquer le phénomène que l'on se propose d'observer. J'ai réalisé l'excitation au moyen d'un trembleur de Eichhorn tel qu'il sert dans le grand ondomètre de la Telefunkengesellschaft, actionné par une pile avec une résistance convenable. Pour cela on ferme complètement la coupure du cycle oscillant primaire et l'on applique aux deux armatures du condensateur les bornes de la pile et du trembleur disposés en série. Avec ce procédé les effets de résonance deviennent extraordinairement nets et la sensibilité se trouve augmentée dans de très grandes proportions ce qui permet de relâcher beaucoup l'accouplement, c'est-à-dire d'écarter considérablement les deux circuits l'un de l'autre. On obtient encore une action notable en les plaçant à un mètre et demi l'un de l'autre. La fig. 3 donne les courbes de résonance dans les deux mêmes cas signalés avec le premier procédé. On remarque que la résonance a lieu exactement aux mêmes points, 25 et 50 cm. mais que ces positions se déterminent avec une précision beaucoup plus grande. Cela est dû à ce que l'amortissement provenant de l'étincelle a disparu et que le trembleur fournit une excitation soufflée ou par choc. Le caractère des courbes de résonance est tout autre qu'avec le premier procédé.

Nous signalerons encore qu'en resserrant progressivement l'accouplement, ce qui se fait en rapprochant de plus en plus les deux circuits on arrive à démontrer le dédoublement bien connu de l'onde de résonance. On obtient deux maxima ou bien vers le maximum principal (correspondant à l'accouplement lâche) le courant galvanométrique oscille spontanément entre des limites déterminées.

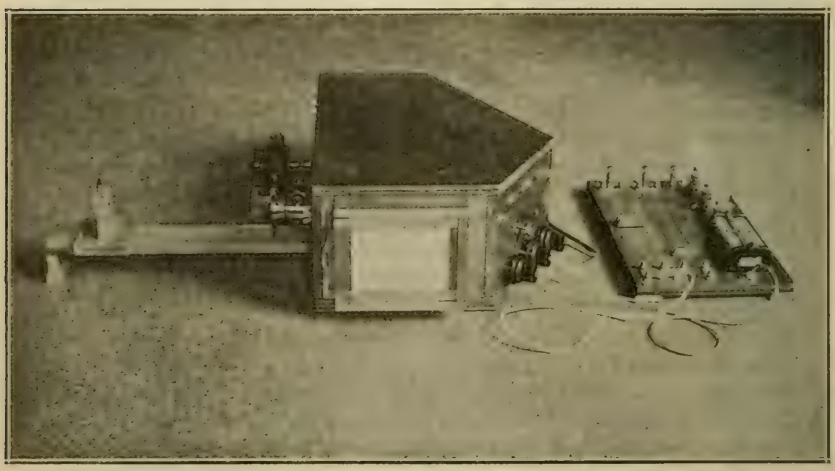
H. Zickendraht (Bâle). — *Sur deux nouveaux oscillographes* (1).

1. L'auteur a indiqué une construction d'oscillographe pour expériences de cours et exercices pratiques, se rattachant aux oscillographes de cours de *Wehnelt* (2), mais d'un maniement plus commode et occupant moins de place. Au lieu de l'une des boucles du modèle Wehnelt, qui exige l'emploi de deux oscillographes

(1) H. Zieckendraht, *Verhandl. der Naturforsch. Gesell. Basel*, T. XXVIII, 2e partie, p. 255, 1917.

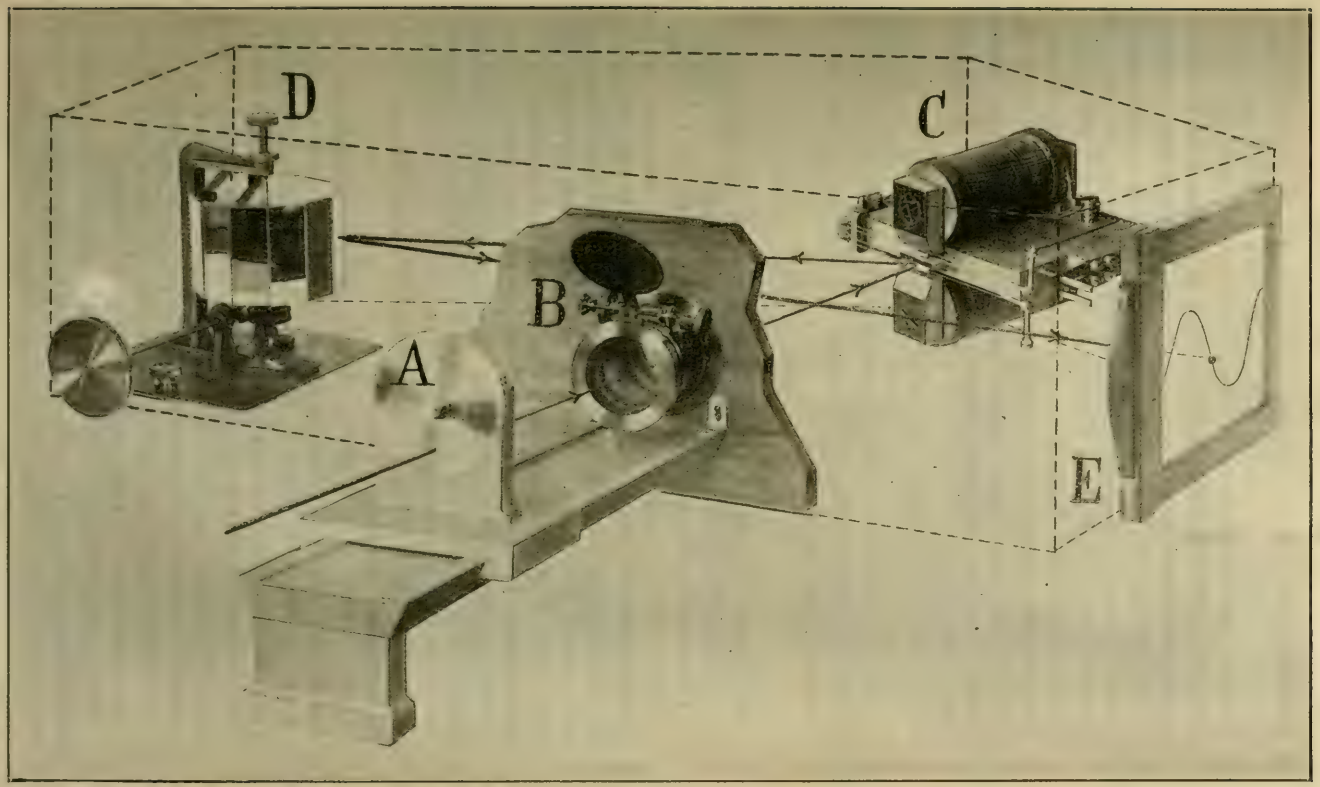
(2) A. Wehnelt, *Verhandl. der Deutschen Physik. Gesell.*, T. V, p. 178, 1903.

complètement distincts — l'un pour le courant, l'autre pour la tension — il y a un dispositif simple avec une double boucle. Il en résulte que les deux miroirs oscillants sont assez voisins pour qu'un seul faisceau lumineux soit suffisant. Cette circonstance facilite beaucoup le dispositif optique et le réduit à un diaphragmme, à un objectif photographique de grande intensité, aux deux miroirs de la boucle du courant et de la tension, et à un tambour réfléchissant rotatif. La marche du faisceau lumineux est visible sur la figure semi-schématique ci-contre. Pour les prises photographiques, on remplace le tambour par un miroir tournant unique, argenté extérieurement. Toute la mise au point se fait de l'extérieur. Les courbes du courant et de la tension peuvent être prises soit séparément soit ensemble, projetées sur un axe ou



enregistrées. La durée d'oscillation propre de la boucle est variable et peut être abaissée jusqu'à 1/1500e de seconde environ. Dans le voisinage de 1/900e de seconde, on obtient sur le verre dépoli de l'appareil une déviation de 1 cm. avec un courant continu de 0.48 ampère ; en projetant sur un grand écran, on a une déviation proportionnellement plus grande.

2. En faisant des recherches sur des courants alternatifs de générateurs différents avec l'oscillographe qui vient d'être décrit, on a constaté que les formes des courbes ne sont reproduites fidèlement que si l'oscillation propre de la boucle ne coïncide pas avec celle d'une des oscillations composantes du courant alternatif étudié. Lorsque c'était le cas, la composante en question apparaissait plus ou moins renforcée dans la courbe principale. Se basant sur ce principe, l'auteur a construit un *oscillographe analyseur*


D
C
B
A
E

harmonique, qu'on ne fait que mentionner ici. Pour faire l'analyse d'un courant alternatif quelconque, on a construit un oscillographe dont la longueur de boucle est variable entre de larges limites — provisoirement entre 46 mm. et 1200 mm. environ. Les recherches faites jusqu'ici et qui seront exposées plus tard en détail, ont permis de constater qu'avec un semblable oscillographe et en utilisant un dispositif acoustique spécial pour l'écoute des composantes, des analyses harmoniques jusqu'à la 30me composante peuvent être faites en ce qui concerne le numéro d'ordre, l'amplitude et le décalage. Comme il a été montré à la séance du 25 avril 1917 de la Société bâloise des sciences naturelles, l'appareil se prête très bien à la démonstration expérimentale d'une analyse de Fourier.

A.-L. Bernoulli et E. Krummenacher. — *Sur l'enregistrement des mesures de points de fusion.* (Cette communication ne nous est pas parvenue).

W. Schmid (Baden). — a) *De l'influence de l'oxyde sur les pertes électromagnétiques dans le fer en feuille.*

L'examen du fer en feuille révèle presque toujours l'existence d'une couche d'oxyde de fer sur une ou sur les deux faces de la feuille. Comme l'oxyde est magnétique et présente une résistance électrique un peu supérieure seulement à celle du fer d'alliage, il est naturel d'en tenir compte dans les calculs des pertes. Ce qui varie peu, pour une quantité déterminée, c'est la densité du fer sans oxyde. C'est aussi la grandeur que les constructeurs introduisent de préférence dans leurs calculs, en admettant implicitement que le fer employé n'a pas d'oxyde. L'expérience montre au contraire que l'épaisseur de cet oxyde varie dans de grandes limites, et que sa porosité a une influence considérable sur la densité résultante du fer.

L'échantillon prélevé pour la mesure des pertes correspond à la feuille avec son oxyde, telle qu'on l'achète et telle qu'on l'emploie. A une tension déterminée E appliquée aux bornes de l'appareil peuvent correspondre suivant les conventions adoptées, 3 inductions différentes dans le fer pour la même perte électrodynamique totale W_e, ou si l'on veut, à la même induction dûe à E correspondent 3 valeurs différentes de la perte par unité de poids.

1) Normalement on devrait considérer le poids total P de l'éprouvette (fer + oxyde) et la densité ρ_1 du mélange.

2) L'application des conventions des constructeurs conduit à admettre de nouveau P, le poids total, mais à prendre pour densité celle du fer sans oxyde $\rho_e > \rho_1$, selon les données de l'expérience.

3) Le cas idéal serait celui où l'on n'envisage comme utile que le poids $\frac{P}{1+\partial}$ (où $\partial > o$) du fer de densité ρ_e.

La perte par unité de poids, dans ces trois cas, sera alors donnée par les expressions suivantes :

$$(I) \begin{cases} W_1 = \frac{W_e}{P}\left[1 - \alpha \frac{\gamma}{1+\gamma}\right] \\ W_2 = \frac{W_e}{P} \\ W_3 = \frac{W_e}{P}\left[\frac{1+\partial}{1+\alpha\partial}\right] \end{cases}$$

où W_e est la perte totale relative à la tension E et γ un facteur $< o$ reliant ρ_e à ρ_1 d'après

$$\varrho_2 = \frac{\varrho_1}{1+\gamma}$$

On a $W_1 > W_2 > W_3$.

Le fer d'alliage supérieur de commerce correspond à peu près aux valeurs

$$\gamma = -2{,}3\ \% \quad \text{et} \quad \partial = 5{,}7\ \%$$

L'influence γ de l'oxyde sur la densité étant directement et assez facilement mesurable, il paraît logique d'exprimer dans la suite ∂ en fonction de γ.

α est le rapport pourcentuelle des pertes à celle de l'induction pour différentes valeurs de l'induction. Pour les cas des fers d'alliages courants, on peut alors donner les expressions suivantes dérivées de T.

$$\partial = +0{,}057\ ,\ \gamma = -0{,}023\ ,\ \frac{\partial}{g} = -2{,}48\ .$$

Pour l'induction $B_m = 10{,}000$, $\alpha = 2$

$$(II) \begin{cases} W_1 = \frac{W_e}{P}\left(\frac{1-\gamma}{1+\gamma}\right) = \frac{W_e}{P} \cdot 1{,}047 \\ W_3 = \frac{W_e}{P}(1+2{,}48\gamma) = \frac{W_e}{P} \cdot 0{,}945 \end{cases} \quad \frac{W_3}{W_1} = 0{,}902$$

Pour $B_m = 15{,}000$, $\alpha = 3$

$$(III) \begin{cases} W_1 = \frac{W_e}{P}\left(\frac{1-2\gamma}{1+\gamma}\right) = \frac{W_e}{P} \cdot 1{,}071 \\ W_3 = \frac{W_e}{P}\left(\frac{1-2{,}48\gamma}{1-7{,}44\gamma}\right) = \frac{W_e}{P} \cdot 0{,}903 \end{cases} \quad \frac{W_3}{W_1} = 0{,}843\ .$$

Application.

On a calculé dans la supposition 2), par unité de poids

à $B_m = 10{,}000$ gauss à $B_m = 15{,}000$ gauss

1,67 4,17 .

Ces chiffres sont ce que nous avons désigné par $W_2 = \frac{W_e}{P}$.

Les expressions II et III doivent être confirmées par les mesures directes. On a :

à $B_m = 10{,}000$	*Calculé*	*Mesuré directement*
$W_1 = W_2 \,.\, 1{,}047$	$= 1{,}75$	1,76
$W_3 = W_2 \,.\, 0{,}94_5$	$= 1{,}58$	1,59
$\frac{W_3}{W_1} =$	$= 0{,}905$	$0{,}90_3$
à $B = 15000$		
$W_1 = W_2 \,.\, 1{,}071$	$= 4{,}47$	4,45
$W_3 = W_2 \,.\, 0{,}90_3$	$= 3{,}77$	3,70
$\frac{W_3}{W_1} =$	$= 0{,}84_5$	$0{,}83_2$

La concordance est très bonne eu égard aux valeurs moyennes des coefficients et à l'approximation de ce genre de mesures. Pour terminer, rappelons que les prescriptions allemandes limitent à 0,05 l'influence admissible de la couche d'oxyde sur la densité du fer en feuille, ce qui correspond à $\gamma = -0{,}007$ soit 3 fois moins que la valeur correspondant aux alliages courants à couche d'oxyde appréciable.

On peut déterminer facilement à quelle épaisseur d'oxyde correspond cette tolérance.

La densité réelle ρ_1 du fer avec oxyde et sa densité apparente ρ_2 sont exprimables comme suit :

$$\text{IV} \quad \begin{cases} \varrho_1 = \dfrac{\varrho e_2\, de_2 + \varrho z_2\, dz_2}{de_2 \dfrac{\varrho e_2}{\varrho e_1} + dz_2 \dfrac{\varrho z_2}{\varrho z_1}} & \text{et} \\[2ex] \varrho_2 = \dfrac{\varrho e_2\, de_2 + \varrho z_2\, dz_2}{de_2 + dz_2} & \text{où } \varrho_2 \text{ peut descendre} \end{cases}$$

jusqu'à la valeur 6,5.

Dans ces expressions l'indice e désigne les grandeurs se rapportant au fer sans oxyde, et l'indice z celles qui se rapportent à l'oxyde seul. Les indices 1 et 2 désignent les valeurs réelles et apparentes des grandeurs considérées. Ces distinctions sont motivées par la porosité du fer laminé et celle de l'oxyde.

Pour des petites épaisseurs d'oxyde, et c'est le cas que nous envisageons, on peut poser :

$$\varrho e_1 = \varrho e_2 = \varrho_e \quad \text{et p. suite} \quad de_1 = de_2 = d_e \,,$$

d désignant des épaisseurs et ρ la densité. D'ailleurs l'expérience montre que

$$\frac{\varrho z_2}{\varrho z_2} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}.$$

C'est le rapport de la densité apparente de l'oxyde à sa densité réelle. Alors de IV on tire 2 valeurs pour l'épaisseur apparente dz_2 de la couche d'oxyde admissible.

$$\text{V} \begin{cases} a) & dz_2 = d_e \left(\dfrac{\varrho e - \varrho_1}{\dfrac{\varrho_1}{2} - \varrho z_2} \right) \\ b) & dz_2 = d_e \left(\dfrac{\varrho e - \varrho_2}{\varrho_2 - \varrho z_2} \right). \end{cases}$$

Ces expressions sont valables pour les fers d'alliage ordinaire et supérieur. Dans ce dernier cas

$$\varrho_e = 7{,}60 \ , \ \varrho_1 = 7{,}56 \text{ c'est la tolérance.}$$
$$\varrho z_2 = 3 \text{ en moyenne (cette grandeur est assez variable).}$$

Alors si l'épaisseur garantie de la feuille est $de = 0{,}4$ mm on a d'après a)

$$dz_e = 0{,}026 \text{ mm}.$$

Pour appliquer l'expression b) il faut connaître la densité apparente ρ_2 du fer avec oxyde, soit

$$\varrho_2 = 0{,}963 \ \varrho_1 = 7.2 - 7{,}3 \text{ alors}$$
$$dz_e = 0{,}03_2 \text{ mm}.$$

En moyenne donc $dz_2 = 0{,}03$ *mm*. Telle est l'épaisseur moyenne maximum admissible pour la couche d'oxyde totale (car il y en a souvent deux superposées ou une sur chaque côté de la feuille), si l'on admet une tolérance de 0,05 de son influence sur la densité du fer qu'elle recouvre.

b) *Un laboratoire de physique appliquée.*

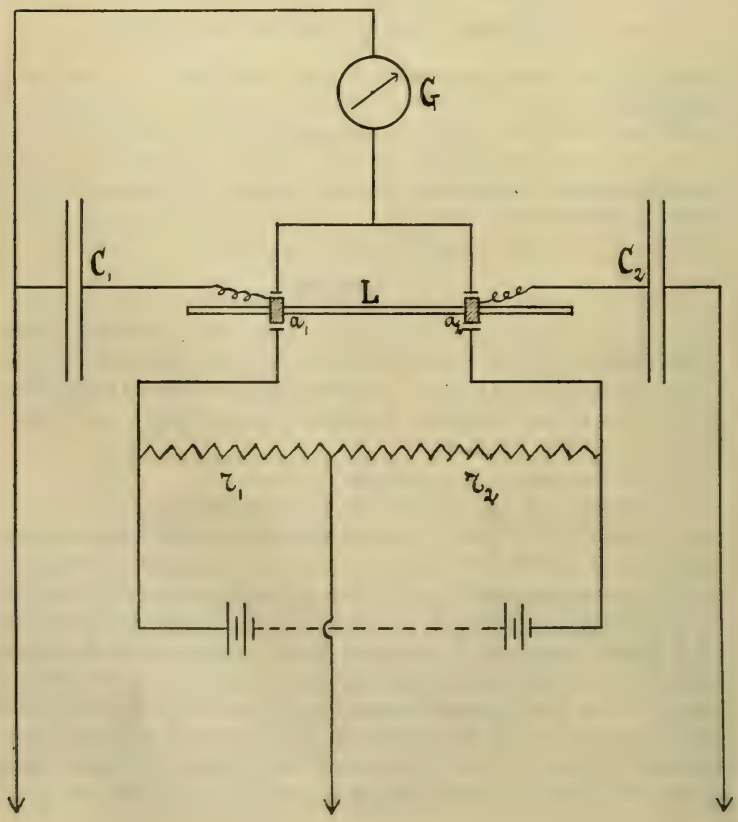
La question des laboratoires de recherches physiques d'usines est d'actualité. Il a paru désirable de faire connaître l'apparence d'une de ces installations au moyen de photographies dont l'intérêt documentaire est évident. Elles se rapportent au Laboratoire de recherches physiques de la société anonyme Brown-Boveri & Cie à Baden (Argovie). L'ensemble comprend un bureau d'étalonnage, de réparation et de construction d'instruments, un laboratoire pour les pesées, les mesures densimétriques et électriques, un local d'essais des fers et aciers et un laboratoire de mesures thermiques. Comme l'ensemble est assez récent sous sa forme actuelle, il est susceptible de développements considérables. Mais on peut

constater que ce qui existe est adapté à son but qui est la recherche scientifique aussi bien que la solution des problèmes occasionnels de la vie d'une usine d'un genre spécial.

On trouvera la description détaillée accompagnée des photographies dans un des prochains numéros des « B. B. C. Mitteilungen », Rascher & Cie à Zurich.

A. Jaquerod (Neuchâtel) parle de la *mesure des capacités* et présente un appareil qui permet une détermination rapide et exacte, si l'on possède un étalon bien connu.

Si l'on décharge un condensateur de capacité C chargé au potentiel V, n fois par seconde à travers un galvanomètre, on produit une déviation permanente, correspondant à un courant $i = nCV$. Cette méthode bien connue exige un commutateur tournant, ou une clé vibrante à décharge, dont la période soit petite comparée



à celle du galvanomètre. Souvent, au lieu de mesurer le courant i on l'annule au moyen d'un courant de sens inverse et de même intensité fourni par un potentiomètre. La méthode devient ainsi une méthode de zéro ; et si la pile du potentiomètre sert en même temps à la charge du condensateur, on est indépendant des variations de sa force électro motrice. Mais il est alors nécessaire que la clé vibrante ou le commutateur tournant ait une période rigoureusement constante, ce qui n'est pas facile.

L'auteur remplace le courant de compensation par un courant de décharge d'un condensateur de comparaison, actionné de la même façon. Le schéma ci-joint se comprend presque de soi-même. Une clé vibrante L est munie de 2 contacts a_1 et a_2 qui chargent et déchargent alternativement les deux condensateurs C_1 et C_2. La charge se fait au moyen d'une batterie jointe à deux résistances variables, r_1 et r_2 dont le point de jonction est au sol. Les potentiels de charge sont ainsi de signe contraire et l'on a $\frac{V_1}{V_2} = \frac{r_1}{r_2}$ Les décharges sont conduites au sol à travers le galvanomètre G. On agit sur les résistances jusqu'à ce que le galvanomètre reste au zéro. On a alors $C_1 r_1 = C_2 r_2$ qui donne le rapport des capacités par un rapport de résistance.

La méthode est très sensible et permet de mesurer de faibles capacités, telles que celles auxquelles on a affaire en radio activité par ex., à 0.01 cm. près. Si l'une des capacités présente des résidus, la mesure est évidemment faussée. On peut facilement se rendre compte de leur existence en modifiant la période de vibration de la clé au moyen d'une surcharge.

E. Mühlestein (Bienne). — *Traces des rayons α sur plaques sensibles.*

La recherche d'une méthode pratique pour *enregistrer* les particules α nous a amenés à nous occuper de leur action individuelle sur la plaque photographique. Les expériences de *Kinoshita* (*Proc. Roy. Soc.* (A) 83, p. 432, 1910) avaient déjà rendu celle-ci très vraisemblable. Après l'heureuse trouvaille de *Reinganum* (Verh. d. D. Phys. Ges. 13, p. 848, 1911) *Michl* a étudié de plus près les *séries de points noirs* qu'on obtient par le développement d'une plaque sensible sur laquelle on a dirigé des rayons α à incidence presque rasante (Ber. d. Wiener Akad. 121 (2a), p. 1431, 1912).

Nous reproduisons les microphotographies de quelques radiographies obtenues au laboratoire de physique de l'Université de Neuchâtel (oct.-déc. 1916) : La fig. 1 montre le croisement de rayons émanant de 2 centres voisins (poussières polonisées, adhérentes à la plaque). La fig. 2 est due à l'action d'une source

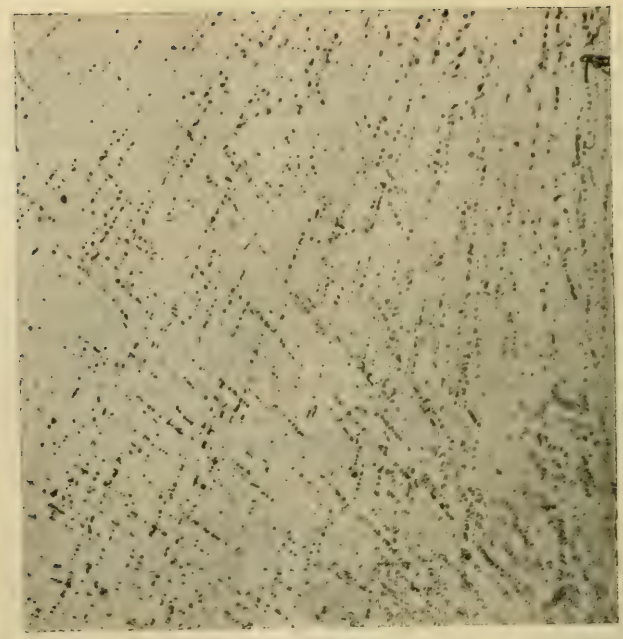


Fig. 1. — Gross[1] : 340 diam.

Fig. 2. — Gross[1] : 170 diam.

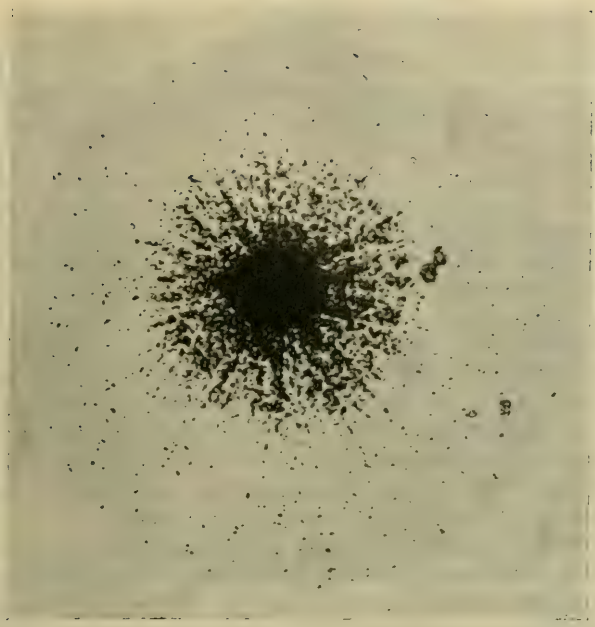


Fig. 3. — Gross[t] : 350 diam.

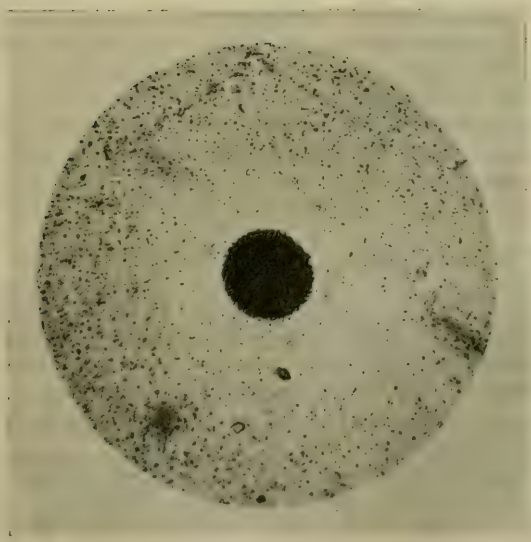


Fig. 4. — Gross[t] : 225 diam.

rayonnante punctiforme, située *au-dessus* de la plaque photographique, à une très petite distance. La fig. 3 est l'effet d'une quantité minime de « dépôt actif » de l'émanation du radium (pose : 3 heures) ; dans le manque de netteté de ses bords, ce « halo » circulaire correspond à ceux qui ont été reproduits par *Kinoshita* et *Ikeuti* (Phil. Mag 29, p. 420, 1915). Les traces situées en dehors du cercle dont le rayon est le « range » des rayons dans la couche sensible (environ 0,052 mm.) correspondent à des particules ayant traversé l'air sur un chemin plus ou moins long, avant d'entrer dans la couche sensible. Pour remédier à cet inconvénient, afin d'obtenir des « halos » nettement délimités, nous avons immergé dans le mercure la plaque photographique, immédiatement après l'avoir infectée de traces de polonium ; la fig. 4 reproduit un premier essai (pose : 27 heures), fait sur des plaques assez médiocres pour ces expériences (« Ilford Process ». Les autres figures ont été obtenues sur des plaques Sigurd-Foto de Jahr, Dresde. Les lantern-plates de Wratten & Wainright nous ont rendu les mêmes services que celles de Jahr.)

Dans toutes les plaques photographiques, un grand nombre de grains de bromure d'argent sont développés sans avoir été soumis à aucune radiation. (Voir l'entourage du disque noir dans la fig. 4). Ces points ne se distinguent en rien de ceux qui formeraient les premiers points des traces de rayons α tombés normalement sur la plaque. Si l'incidence est un peu inférieure à 90°, on peut observer les autres points d'une trace en examinant des plans successivement plus profonds de la couche sensible. Pour pouvoir reconnaître *rapidement* les traces de rayons α afin de *dénombrer* ceux-ci, il faut que l'on puisse percevoir au moins 4 points consécutifs sans changement de la mise au point du microscope ; d'après nos mesures il faut pour cela que l'angle d'incidence reste au-dessous de 60° (pour l'observation à un grossissement de 400 à 600).

J. Brentano (Zurich). — *Monochromateur pour rayons Röntgen.*

La décomposition spectrale de rayons Röntgen par diffraction sur des surfaces cristallines réticulaires permet d'atteindre un pouvoir dispositif très élevé, mais ne donne que des rayons résolus de faible intensité pour chaque longueur d'onde. C'est M. Gouy [1] qui a signalé ce fait et a montré que cela provenait de l'emploi de faisceaux divergents.

Les dispositifs qu'on va décrire ont pour but de réaliser la concentration de rayons à peu près homogènes d'un angle aussi grand

[1] *C. R.*, 20 déc. 1915, et *Ann. de Phys.*, t. V, p. 241, 1916.

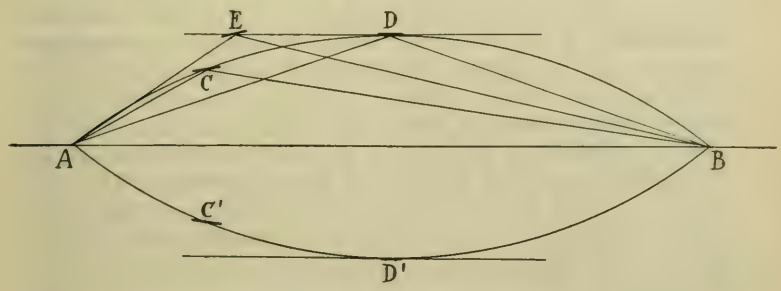
que possible dans un domaine étroitement délimité à l'aide de faisceaux superficiels convergents.

On sait qu'un ensemble de surfaces réticulaires de constante d diffracte les rayons Röntgen pour lesquels :

$$n\lambda = 2d \cos \alpha ,$$

où n est un nombre entier, λ la longueur d'onde, α l'angle d'incidence. Les rayons incidents et diffractés sont en outre reliés par les lois de la réflection optique. C'est pourquoi nous appellerons « réflexion » le phénomène.

Bornons-nous au cas $n = 1$. Le lieu des éléments de la surface réticulaire, qui réunissent en B les rayons issus de A et de longueur d'onde λ, est le tore obtenu par la rotation de l'arc ACDB, dont l'angle périphérique est égal à 2α. Les éléments du réseau ne forment toutefois pas des éléments de surface, en particulier,



ils ne sont pas des éléments du tore ; leur inclinaison sur l'axe AB est déterminé par la condition que la normale doit être la bissectrice de l'angle 2α. On peut les représenter approximativement par un ensemble d'éléments de surfaces développables, qui forment des enveloppes de cônes inclinés d'une façon correspondante et dont le lieu est donné par le tore.

Si l'on fait abstraction des applications médicales, il y a lieu de remarquer que pour la plupart des recherches physiques, un monochromateur construit sur ces bases donnera bien un rayonnement d'intensité relativement élevée, mais que l'homogénéité par contre sera limitée et qu'il faudra employer un système de surfaces différent pour chaque longueur d'onde.

A cet égard, l'élément cylindrique DD', équidistant de A et B, jouera un rôle particulier ; en le considérant isolément, il donnera lieu à une réflexion de la longueur d'onde relative à l'angle α vers un point correspondant de l'axe, et cela selon l'angle d'inclinaison sous lequel l'élément est rencontré par le rayon, c'est-à-dire selon sa distance de A. Une surface cylindrique étendue réfléchira en

même temps des rayons de longueurs d'onde différentes vers des points différents de l'axe. M. Gouy attire l'attention, dans son travail concernant la catoptrique cylindrique des rayons X, sur la possibilité d'utiliser cette propriété pour la construction d'un spectromètre à rayons Röntgen.

Dans l'exécution pratique, il y a toutefois une complication aussitôt que la surface présente des irrégularités, comme cela arrive facilement par des tensions lors de la flexion. Si, par exemple, un élément de la surface, ensuite de sa position oblique, envoie le rayonnement incident en B, celui-ci n'aura pas la longueur d'onde des rayons qui doivent converger en B, car cela ne peut avoir lieu que pour les éléments situés sur le tore ; il en résulte un trouble dans la pureté de la décomposition spectrale.

C'est pourquoi, l'auteur a établi le dispositif de façon que les éléments cylindriques étroits DD′ puissent être déplacés parallèlement à l'axe. Il est aisé d'agencer le détecteur (écran fluorescent) de manière qu'il suive le mouvement le long de l'axe avec une vitesse double, et qu'il reçoive ainsi les rayons ayant la longueur d'onde voulue. Les parties irrégulières de la surface n'ont alors aucune influence nuisible ; le rayonnement sera réfléchi avec une longueur d'onde différente, mais celui-ci n'arrivera pas en B si l'on a soin d'interposer un diaphragme de façon que seuls les rayons au voisinage immédiat de l'axe en B puissent agir. De cette manière, il est possible de mettre en action les différentes longueurs d'ondes séparément et, par exemple, de faire rapidement une détermination comparative de la répartition spectrale d'un rayonnement Röntgen.

La pureté de la dispersion peut se déterminer jusqu'aux longueurs d'onde d'ordre supérieur en mesurant l'élément, le diaphragme et le lieu d'où partent les rayons.

M. Henri Perret (Madretsch). — *Radioactivité des eaux du Jura.*

Les expériences sur la radioactivité des eaux du Jura ont été faites sous la direction de M. le professeur Jaquerod, avec un excellent appareil qu'il a fait construire spécialement pour ce genre de recherches.

Jusqu'à présent, 250 analyses ont été faites sur près de 150 sources du canton de Neuchâtel et du Seeland.

Comme la nature des terrains le faisait supposer, les eaux du Jura sont très peu actives. Plus du 30 % contiennent une quantité d'émanation inférieure à $0.3 \cdot 10^{-10}$ Curies par litre, et il est très rare qu'une source ait une activité supérieure à 10^{-10} C.

Les deux sources qui ont fourni jusqu'à présent le max. d'activité se trouvent aux environs du Locle, l'une au S-E (Combe

girard), l'autre au S-O (Jaluse). Leurs eaux contenaient des quantités d'émanation de 2,6 et 2,7 . 10^{-10} C par L.

Cependant, si les eaux du Jura sont peu actives, elles ne sont presque jamais complètement inactives, et dans le 6 % des cas seulement, elles contiennent si peu d'émanation qu'il est impossible d'obtenir des résultats positifs.

L'appareil étant fixe, la chambre d'ionisation n'étant déplacée qu'une ou deux fois par an, cette stabilité a une grande influence sur l'aiguille de l'électroscope dont la chute à vide reste uniforme, ce qui permet des mesures très précises. L'activité en thorium n'a pas été recherchée jusqu'ici.

Dans le 95 % des cas les courants d'ionisation que nous avons mesurés variaient bien suivant la loi :

$$I = I_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad \text{où } \lambda = 0{,}0075 \text{ (heure)}^{-1}$$

C'est la loi qui caractérise l'émanation du radium. Dans les cas douteux, les détails des expériences et les études ultérieures faites sur les eaux des mêmes sources nous ont prouvé qu'elles contiennent bien, elles aussi, l'émanation du radium.

En général, l'activité des eaux semble augmenter quand on va du S-E au N-O. Le S-E contient toutes les sources dont l'activité est nulle, et presque toutes celles dont elle est extrêmement faible. D'autre part, toutes les eaux qui renferment une quantité d'émanation supérieure à 10^{-10} . C appartiennent au N-O.

Deux petites régions, l'une dans les environs du Locle, l'autre dans le Seeland, ont été étudiées minutieusement. Un grand nombre de leurs eaux ont été analysées aux mêmes époques. Ces régions présentent des caractères distincts : les eaux de la première sont en général plus actives que celles de la seconde.

Il semble donc bien qu'il soit possible de délimiter des zones plus ou moins radioactives.

Dans toutes ces recherches, qu'il s'agisse d'une même source étudiée fréquemment ou de sources différentes, on ne remarque aucune relation entre le débit et la radioactivité. Il est bon de remarquer, cependant, que les eaux ont été prises à toutes les époques de l'année, et par tous les temps. Les températures, les débits ont donc considérablement varié pour une même source, et pour pouvoir comparer avantageusement les activités de sources différentes, il faudrait pouvoir prélever leurs eaux le même jour, et cela dans un rayon restreint où l'on puisse considérer les conditions météorologiques comme semblables.

En ce qui concerne les variations d'activité d'une même source, il faudrait connaître la quantité d'eau de ruissellement qu'elle peut contenir, la vitesse d'écoulement dans le sous-sol, etc. Aussi, n'est-il pas étonnant, bien que le débit et la température aient sur

l'émanation (par litre) une influence indéniable, que cette influence reste cachée.

Il était intéressant de voir, si à côté de leur émanation, les eaux du Jura contiennent des sels radifères. Pour cela, nous avons fait de nombreuses analyses un ou deux mois après avoir pris l'eau des sources, et, comme il est possible, lorsqu'il s'agit de sels radifères, de répéter les expériences sur la même eau aussi souvent que l'on veut, à condition de laisser à l'émanation le temps de se reformer, nous avons vérifié les résultats dans les cas les plus favorables, et la concordance a toujours été satisfaisante.

Dans le 50 % des cas, les eaux ne contiennent aucune traces de sels ou ces traces sont si faibles qu'il est impossible de les mesurer. Dans les autres cas, il est rare que la teneur en sels atteigne $0{,}1 \cdot 10^{-10}$ C par litre.

Nous n'avons remarqué jusqu'ici aucune relation entre la quantité de sels et la quantité d'émanation.

S. Ratnowski et S. Rotszajn. — *Application de l'hypothèse des quanta à des systèmes tournants.* (Cette communication ne nous est pas parvenue).

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

Séance du 3 mai 1917

Ed. Claparède. L'Ergographie bilatérale.
J. Briquet. Sur la structure de la fleur chez les composées.

M. Ed. Claparède présente une communication sur l'*Ergographie bilatérale.*

Dans le cours de ces trente dernières années, nombreuses ont été les recherches ergographiques. Il est singulier cependant que l'on ait presque complètement négligé d'utiliser le procédé de l'ergographie bilatérale, c'est-à-dire de prendre des tracés ergographiques avec les deux mains travaillant simultanément. Mes recherches bibliographiques ne m'ont fait découvrir qu'un seul petit travail, datant de 1893, dû à Patrizi, dans lequel ce procédé ait été employé ([1]). L'absence d'expériences de ce genre doit sans doute tenir au fait que les laboratoires ne possèdent d'ordinaire qu'un seul ergographe, tandis que l'ergographie bilatérale en exige nécessairement deux.

L'emploi de la méthode bilatérale apporte cependant dans l'expérimentation ergographique une variation intéressante des circonstances en jeu ; il est susceptible de jeter une certaine lumière, grâce à la comparaison des tracés uni et bimanuels, sur la question controversée de la part qui revient au muscle, et de celle qui revient aux centres nerveux, dans la fatigue constatée, — et sur la question plus intéressante encore et fort négligée de l'action respective des deux hémisphères cérébraux sur les fonctions motrices homo et hétérolatérales.

Au point de vue psychologique, cette dernière question se rattache à celle de savoir comment se comporte la volonté selon

[1]) Patrizi, *La simultanéité et la succession des impulsions volontaires symétriques,* Arch. ital. de Biologie, 1893.

qu'elle doit soutenir un effort moteur bilatéral ou un effort unilatéral. Il importe donc que l'introspection des sujets accompagne l'expérimentation objective.

1. *Comparaison des tracés uni et bimanuels.* — Les premières expériences que j'ai faites, avec le concours de Mlles Agnès Franklyn et Elise Kavoukdjian, nous ont tout d'abord montré que le travail total fourni par les deux mains, lorsqu'elles travaillent simultanément, est toujours notablement inférieur à celui qu'elles donnent lorsqu'elles travaillent isolément. Il serait sans intérêt, vu le nombre encore trop restreint de nos observations, de donner des moyennes. Mais voici quelques exemples (le poids à soulever était de 3 kg. $^1/_2$) : Chez un sujet on obient, dans l'ergographie simultanée, pour la main droite 4,4 kilogrammètres, et 5,1 pour la main gauche ; total = **9,5.** Lorsque chaque main travaille isolément, elles donnent, la droite, 6,1 et la gauche 8,7 ; total = **14,8.** Chez un autre sujet, la main droite donne, dans le travail bilatéral, 7,5 kgm, et le rendement de cette main monte à 11,3 lorsqu'elle travaille isolément. Etc.

Cette infériorité dynamique, (déperdition d'$^1/_3$ environ dans le travail simultané) montre à l'évidence que le travail moteur d'un membre ne dépend pas seulement des impulsions qui lui viennent de l'hémisphère correspondant, mais aussi de celles de l'hémisphère opposé. Les choses se passent comme si, dans le travail bilatéral, ces impulsions se partageaient entre les deux côtés du corps. — L'accroissement du travail fourni dans le travail unilatéral est dû à l'augmentation du nombre des soulèvements, et pas à l'augmentation de la hauteur moyenne des contractions. Ici encore, il serait prématuré d'indiquer des moyennes.

2. *Transfert dynamogénique.* — La participation des deux hémisphères à l'activité motrice de chaque main se révèle encore dans le phénomène suivant, auquel on peut donner le nom de « *transfert dynamogénique par repos contralatéral* ».

Dans le travail bilatéral, si l'une des mains est fatiguée avant l'autre, et qu'elle s'arrête épuisée, on voit au même moment se relever le tracé de l'autre main. Ce relèvement est parfois très accentué.

De même si, lorsqu'une des mains est épuisée, nous suspendons le travail *de l'autre*, nous voyons immédiatement se relever la courbe de la main épuisée. La figure ci-contre donne une idée de ce phénomène.

Ce relèvement s'observe aussi si, aucune des mains n'étant fatiguée, nous en arrêtons une : le tracé de l'autre remonte aussitôt.

La suspension de l'activité motrice d'une des mains renforce donc la capacité de l'autre. — Dans son travail cité, Patrizi avait constaté aussi ce « réveil de force » qui se manifeste dans les tra-

cés lorsqu'on passe du travail bimanuel simultané au travail bimanuel alternatif ; (Patrizi comparait les tracés obtenus avec les deux mains travaillant simultanément aux tracés obtenus par les mains faisant alternativement, chacune à leur tour, un soulèvement). Mais ce fait important semble avoir passé complètement inaperçu. Nos expériences montrent que ce relèvement peut s'opérer même dans le tracé de la main épuisée (ce que le dispositif adopté par Patrizi ne permettait pas de constater). Il est à noter que j'ai constaté ce phénomène lors du premier tracé bi-latéral, que j'ai pris sur moi-même, et longtemps avant d'avoir connaissance de l'article de Patrizi. Il ne s'agit donc pas d'un phénomène d'auto-suggestion. Ce phénomène s'est d'ailleurs rencontré chez d'autres sujets.

Sans vouloir entrer maintenant dans un essai d'interprétation de ces phénomènes, je remarquerai cependant que le transfert dynamogénique par repos contralatéral indique que l'arrêt du tracé ergographique n'est dû ni à un épuisement du muscle, (puisque le muscle du côté en apparence épuisé reprend ses contractions dès que s'arrête la main opposée), — ni à un épuisement des centres (puisque le centre du côté en apparence épuisé est encore capable de renforcer le travail du côté opposé). C'est donc mal poser la question que de se demander lequel, du muscle ou du centre nerveux, s'épuise dans le travail ergographique. La capacité de chacun s'abaisse, et l'arrêt du mouvement correspond au moment où l'impulsion est devenue trop faible pour actionner un muscle dont l'excitabilité a faibli. Aucun des deux n'est épuisé d'une façon absolue, mais chacun est épuisé par rapport à l'autre. La chute du tracé ergographique a donc pour cause l'affaiblissement de l'un et de l'autre.

Le procédé de l'ergographie bilatérale se prête à de multiples combinaisons expérimentales qu'il sera intéressant de réaliser : On pourrait faire soulever à chaque main des poids inégaux ; on pourrait adjoindre à l'ergographie des mains, celle des membres inférieurs, et étudier comment retentit le travail d'une main sur celui du pied homo ou contralatéral ; etc. Enfin on pourrait substituer aux contractions rythmiques la contraction permanente. Une com-

paraison des résultats de l'ergographie bi-latérale avec ceux du tapping bi-manuel serait aussi instructive.

Pour l'élaboration d'une théorie sur la répartition des impulsions volontaires dans les muscles des deux côtés du corps, il sera nécessaire, cela va sans dire, de confronter les résultats obtenus par l'ergographie bilatérale avec les cas de syncinésie (mouvements associés) que nous offrent la clinique et la vie quotidienne.

M. J. Briquet. — *Sur la structure de la fleur chez les composées.* Ce travail paraîtra ultérieurement dans les *Archives.*

Séance du 24 mai

E. Yung. Les variations de la coquille de Hélix pomatia.
A. Brun. Nouvelles recherches sur les exhalaisons volcaniques.

M. E. Yung. — *Les variations de la coquille de Hélix pomatia.*

M. le professeur Emile Yung présente une collection de coquilles de l'Escargot des Vignes *(Hélix pomatia)* destinée à mettre en évidence l'abus de langage que commettent certains naturalistes et qui donnent le nom de *variétés* à des formes individuelles, anormales et non héréditaires, reliées au type normal par de nombreux intermédiaires. Ces prétendues variétés témoignent simplement de la forte variabilité de l'espèce sous l'influence de facteurs internes ou externes, d'ailleurs pour la plupart inconnus.

Le type normal est connu de tout le monde. Il est représenté par une coquille dextre, arrondie à cinq tours de spire dont le dernier s'élève environ aux trois quarts de la hauteur totale, ce qui fait que l'apex est peu saillant. L'ouverture est généralement ronde, un peu plus large que haute, l'ombilic moyen, le diamètre oscillant entre 40 et 50 millimètres et la coloration gris-jaunâtre, avec des bandes brunes peu marquées. On peut examiner des milliers de coquilles dans les « parcs à escargots ou dans les « débris de cuisine » des couvents où l'on fait maigre le vendredi en mangeant force mollusques, sans en rencontrer une seule qui diffère assez de la moyenne pour retenir l'attention, mais sans en rencontrer non plus deux qui soient parfaitement identiques.

Parmi les plus écartées du type normal par leur forme générale, il en est qui sont globulaires, à apex très peu saillant et d'autres, au contraire, plus coniques, à columelle très allongée. Parmi les premières, le dernier tour de spire atteint aux $^5/_6$ de la hauteur totale et parmi les secondes, il arrive que la proportion soit ren-

versée et que le dernier tour de spire n'atteigne qu'à $^1/_5$ ou $^1/_6$ de la hauteur totale.

Les formes globulaires conduisent insensiblement aux formes aplaties, telles que celles figurées par Bellevoye, collectionneur à Reims, sous les noms de *carinata* et de *planorbaire*, tandis que, non moins insensiblement — M. Yung le démontre par de nombreux échantillons — les formes coniques à apex très saillant conduisent à la variété connue de tous les conchyliologues sous le nom de scalaire, laquelle conduit à son tour aux formes déroulées ressemblant à un tire-bouchon.

D'autre part, les Escargots de notre pays présentent tous les intermédiaires entre les prétendus *géants* dont les coquilles mesurent de 60 à 70 millimètres de diamètre et les prétendus *nains* dont le diamètre maximum ne dépasse pas 30 millimètres. La forme normale tient justement le milieu entre ces deux extrêmes.

S'il est vrai qu'une altitude élevée et un terrain riche en calcaire favorisent la production d'individus de grande taille, ces conditions n'empêchent nullement celle des individus nains ; le plus géant et le plus nain de ceux collectionnés par M. Yung proviennent tous deux de la vallée de Joux.

La même observation s'applique aux variations de poids de la coquille. Sur les terrains pauvres en sels de calcium, la coquille demeure mince et fragile. Pour un individu de taille moyenne, son poids s'élève à 6-7 gr. seulement, alors que le poids moyen est de 12 gr. Néanmoins il se produit quelquefois des coquilles minces sur les terrains très calcaires, tout à côté d'individus de même taille dont la coquille extraordinairement épaisse atteint le double ou le triple du poids des précédents.

L'activité des glandes coquillières diffère beaucoup d'intensité d'un individu à l'autre ! M. Yung possède une coquille de 5 cm. de diamètre, atteignant, par conséquent, la limite supérieure du type normal mais sans la dépasser, et dont le poids est de 32 grammes, c'est-à-dire plus de deux fois et demi le poids moyen des coquilles de ce même type.

Quant à la variation sénestrogyre, M. Yung constate qu'elle n'est point aussi rare qu'on le croit généralement, puisqu'il a pu en réunir plus de 125 cas, sans sortir de nos régions. Les coquilles sénestres sont beaucoup plus uniformes que les dextres, la plupart sont peu élevées, globulaires ou aplaties ; M. Yung n'en a jamais trouvé de bulimiformes, coniques ou scalaires, pas plus d'ailleurs que de géantes ou de particulièrement lourdes. Elles sont en général plus petites que le type normal des dextres et la proportion des inachevées que l'on rencontre parmi elles porte à croire que les Escargots gauchers vivent moins longtemps que les droitiers.

M. A. Brun. — *Nouvelles recherches sur les exhalaisons volcaniques.*

M. Albert Brun a repris, par l'analyse spectrale, l'étude de certains sels volcaniques exhalés par différents cratères.

La méthode suivie fut la suivante. Tout d'abord, les sels étaient soumis à l'examen spectroscopique par le procédé indiqué par M. Brun à propos des minéraux du Binnenthal (voir Archives 1917), puis lorsqu'un élément non encore connu dans l'exhalaison était constaté, il était procédé à son extraction par les procédés de la chimie analytique ordinaire.

L'auteur a pu mettre ainsi en lumière quelques faits nouveaux et intéressants.

Bore. — Le Bore considéré jusqu'à présent comme entraîné par la vapeur d'eau à 100° des évents à basse température, n'avait pas encore été constaté nettement dans les sels de l'exhalaison paroxysmale, c'est à dire exhalé à une température de 1000° à 1200°.

Le Bore se rencontre à l'état de fluorure de bore-ammonium dans presque tous les sels ammoniacaux de l'éruption du Vésuve de 1906.

Les sels ammoniacaux les plus chargés en bore ont un éclat un peu gras et sont opaques. M. Brun est dans le doute à l'égard de la Hiératite de Vulcano, décrite par Cossa, et dont la genèse est mal établie.

Lithium. — M. Brun ayant constaté que les magmas volcaniques sont riches en Lithium en a déduit que le chlorure de lithium devait accompagner le potassium, le sodium et l'ammonium dans les sels du paroxysme. La vérification en a été faite aisément dans les sels ammoniacaux de l'éruption du Vésuve en 1906, ainsi que dans les sels de potassium et de sodium qui imprègneent certaines roches provenant de la même éruption.

L'auteur a du reste constaté que la leucite-téphrite du Vésuve est riche en lithium : élément qui a été passé sous silence par les analystes qui se sont occupé de ce magma volcanique.

Thallium. — Le Thallium par sa grande abondance est certainement l'élément qu'il est le plus intéressant de constater dans l'exhalaison volcanique paroxysmale.

Pour le Vésuve en 1906, les quantités de Thallium jetées dans l'atmosphère à l'état de chlorure de Thallammonium ont été considérables. Les sels ammoniacaux titrent en moyenne $^1/_{3000}$ $^1/_{2000}$ de thallium, ce qui est énorme. La composition est la même, quels que soient les points où les sels ont été récoltés sur le champ de lave et quelle que soit l'époque. De même, le thallium se rencontre dans beaucoup d'échantillons des sels jaunes du Vésuve de 1882.

L'auteur a trouvé aussi le Thallium en singulière abondance

dans les scories rouges du cratère du Spagnuolo, à l'Etna, éruption du XVIe siècle (année 1537 ?).

Enfin M. Brun l'a constaté dans les chlorures et fluorures ammoniacaux de l'éruption du Chynyero de 1909 (Iles Canaries).

Le thallium est donc un métal magmatique plus abondant que le cuivre et que le plomb au Vésuve et au Spagnuolo. Ce métal semble être très diffusé : et à cause de sa forte densité, il n'apparaît qu'au paroxysme.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

Concours pour une Etude Volcanologique

Etant donné que les ressources de l'Institut volcanologique ne peuvent pas actuellement être employées en faveur d'explorations scientifiques, il sera institué pour l'année 1917 un concours dans les conditions suivantes :

Conditions du concours :

Est mise au concours l'étude de la formation de systèmes de fissures régulièrement distribuées dans l'épaisseur de croûtes solides.

W. L. Green a fait remarquer que les points principaux d'émismission volcanique sur les îles Havaï sont distribués à des intervalles réguliers. Il a émis l'hypothèse que ces points correspondraient aux intersections de plusieurs fentes se coupant avec des angles de 60° et que la distance entre les fentes serait égale à l'épaisseur de l'écorce terrestre.

Cette hypothèse n'est pas démontrée pour le moment; l'étude d'autres régions volcaniques a montré que le phénomène de la répartition des centres d'émission à intervalles réguliers se répète, mais l'ordre de grandeur de ces intervalles varie dans des limites considérables ; dans certaines régions d'étendue limitée on trouve en particulier des centres d'émission séparés les uns des autres par de très petites distances ; ainsi, par exemple, dans les champs phlégréens, près de Naples, ces centres ne sont éloignés les uns des autres que de deux kilomètres à peine, en sorte qu'ils semblent se superposer tous à un même laccolithe relativement superficiel. On est donc tenté d'admettre que les intervalles entre les centres volcaniques sont fonction de l'épaisseur de l'écorce.

La question devrait être étudiée à différents points de vue.

1° Il serait intéressant en première ligne d'examiner le plus grand nombre possible de régions volcaniques au point de vue de la régularité des intervalles qui en séparent les différents centres. Malheureusement cette étude ne peut pas être entreprise avec la seule aide des cartes existantes, une connaissance approfondie de

chaque région étant nécessaire pour distinguer les centres volcaniques primaires des centres d'éruption secondaires ou parasites.

2° La solution du problème peut être cherchée en second lieu par une étude mécanique et physique de la résistance des croûtes solides étendues et de la formation de fractures dans ces croûtes. Ce genre de recherches pourrait conduire à la solution, si les problèmes mécaniques qu'implique la question pouvaient être résolus par le calcul. Pour cela il faudrait que toutes les constantes physiques, les conditions du problème et les lois entrant en jeu fussent connues, ce qui n'est malheureusement qu'imparfaitement le cas.

3° Aussi le moyen qui paraît le meilleur pour arriver à la solution cherchée semble-t-il être celui de l'expérience. Il n'est du reste plus nécessaire d'insister sur la possibilité et sur l'utilité de l'expérience en géologie. Dans le cas particulier il faut chercher à représenter l'écorce solide terrestre par des croûtes de matériaux divers et d'épaisseurs variées ; on peut se servir en particulier de gypse, de glace, d'argile, de résine ou de verre. La fissuration de ces matériaux peut être effectuée de diverses manières, soit par une pression progressivement augmentée, soit par un choc brusque ou une explosion, et, quelle que soit la méthode employée, on pourra répartir la poussée soit sur une petite surface, soit le long d'une ligne, soit sur l'ensemble de la surface. Il y aura lieu de tenir compte de l'influence de la grandeur du rayon de courbure relativement à l'épaisseur de la croûte, et il serait bon de faire des expériences avec des croûtes planes, faiblement bombées et fortement bombées. D'autres conditions seront naturellement à considérer aussi, en particulier le sens de la pression, du choc ou au contraire de la dilatation, ou bien l'enfoncement de certaines parties de la croûte par suite d'un défaut d'appui.

Sur la base des considérations qui précèdent, il est donc proposé d'entreprendre l'étude des conditions qui déterminent la formation de systèmes réguliers de fractures dans des croûtes solides, en tenant compte particulièrement de l'épaisseur de la croûte, de la nature des matériaux constituant celle-ci et du genre de l'effort déterminant la fissuration.

Les recherches doivent être basées en première ligne sur l'expérimentation ; la question doit être envisagée en second lieu au point de vue mécanique et physique. Enfin il y aura lieu de tenir compte aussi de faits géologiques connus, tels que la répartition des volcans, la distribution des fissures et des filons, l'apparition de fractures dans des formations tabulaires de toutes sortes. L'interprétation des résultats obtenus dans les expériences de laboratoire pour la compréhension et l'explication des phénomènes ana-

logues observés dans la nature devra faire l'objet d'une critique sérieuse.

Une somme de 6000 francs sera mise à disposition du jury pour le concours en question. De cette somme 4000 francs serviront à récompenser le meilleur travail ou bien les deux ou trois meilleurs travaux présentés. 2000 francs pourront être déjà remis par le jury à un ou plusieurs concurrents pendant leur travail d'expérimentation pour en compenser les frais.

Les travaux devront être présentés avec une devise, le nom et l'adresse de l'auteur restant inclus dans une enveloppe portant la même devise que le travail. Ils devront être rédigés en langue allemande, anglaise, française ou italienne, écrits à la machine et remis avant le 1er janvier 1919 au Vulkaninstitut Friedländer, à Schaffhouse (Suisse) à l'adresse de la Banque cantonale de Schaffhouse, ou bien à l'adresse d'un des membres du jury cités ci-dessous.

Les travaux primés deviendront propriété de l'Institut volcanique Friedländer et seront publiés dans la *Zeitschrift für Vulkanologie* ou bien dans un volume de supplément de cette revue. Les travaux, pour lesquels les auteurs auront touché une subvention au cours de l'élaboration, seront soumis au concours, deviendront propriété de l'Institut volcanologique, même s'ils ne sont pas primés et pourront être publiés en tout ou en partie sans indemnité aux auteurs dans la *Zeitschrift für Vulkanologie* ou dans un supplément de cette revue.

Le jury se compose de :

M. le prof. Albert Heim, Zurich, Hottingerstrasse, 25. M. le prof. Karl Sapper, Strassbourg, Herderstrasse, 28. M. le prof. A. de Quervain, Zurich, Gloriastrasse, 68. M. Bruno-Zschokke, privatdocent, adjoint à la Schweizeriche Material-Prüfunzanstalt, Zurich. M. Emmanuel Friedländer, Zurich, Dolderstrasse, 90.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE JUIN 1917

Le 3, brise du lac de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
4, brise du lac de 9 h. du matin à 6 h. du soir.
5, brise du lac de 9 h. du matin à 2 h. du soir, orage au SSW. à 3 h. 10 et au SW. à 4 h. 10 du soir, forte pluie à 9 h. du soir.
6, brise du lac de 8 h. du matin à 3 h. du soir, orage au SE. à 2 h. 45, au S. à 4 h, 40 et au zénit à 5 h. 15 du soir, forte pluie à 5 h. 15 du soir et dans la nuit.
7, brise du lac de 8 h. du matin à 2 h. du soir. orage au S à 4 h. 50 et au NE à 5 h. 15 du soir. Pluie dans la nuit.
8, brise du lac de 8 h. du matin à 5 h. du soir, orage à l'W à 11 h. 50 du matin et au NW à 7 h. du soir.
9, brise du lac de 8 h. du matin à 1 h. du soir et de 4 h. à 7 h. du soir
10, brise du lac le matin, orage au N à 11 h. 30 du matin, au NW à 1 h. et au N à 9 h. 30 du soir ; pluie de 6 h. 20 à 10 h. du soir et dans la nuit.
11. orage au zénit à 3 h. 15, pluie à 3 h. 15, 5 h. 20 du soir et dans la nuit.
12. pluie de 8 h. 30 à 10 du matin, de 3 h. à 9 h. 40 du soir et dans la nuit.
13, orage à l'W à 12 h. 30 et au zénit à 1 h. 30 du soir, pluie de 1 h. 40 à 3 h. 10 du soir.
14. la dernière tache de neige à disparu sur le Salève.
15, brise du lac de 1 h. à 7 h. du soir.
16, brise du lac de 9 h. du matin à 6 h. du soir.
17. brise du lac de 9 h. du matin, à 2 h. du soir, orage au NW à midi 50.
18. orage au NE à 8 h. 35 du soir, nombreux éclairs dans la soirée.
19. petite pluie dans la nuit.
20, petite pluie 8 h. du matin, quelques ondées l'après-midi.
21, orage à l'W à 5 h. 15 du soir, pluie de 5 h. 35, à 10 h. du soir et dans la nuit.
22. pluie à 11 h. du matin et dans la nuit.
26. couronne lunaire à 9 h. du soir.
les 27 et 28, nombreux éclairs dans la soirée.
29, pluie de 7 h. à 11 h. du matin, à 7 h. du soir et dans la nuit, orage à l'W à 9 h. 58 du matin.
30, orage à l'W à 4 h. 30 du soir, pluie à 10 h. du soir et dans la nuit.

GENEVE — JUIN 1917

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm										h.	mm.	
1	30.6	29.5	30.3	29.86	+ 3.57	28.2	30.6	SW. 1	SW. 1	NNE 1	var. 1	3.4	8	1	0	2	11.8	....	....
2	31 9	31.5	33 6	31.87	+ 5.54	30.7	34.4	NNE. 1	SW. 1	SSW. 1	SW. 1	5.2	0	0	8	2	12.2	....	....
3	35.5	34.5	34.1	**34.55**	**+ 8.17**	33.7	**35.7**	E. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	5.7	9	1	0	2	11.1	....	....
4	33.7	32.0	31.0	32.37	+ 5.95	30.3	34.2	NNE. 1	NNE. 1	NNE 1	NNE. 1	4.2	0	0	0	0	14.3	....	. ..
5	31.1	29.6	30.3	30.37	+ 3.91	28.9	31.1	S. 1	NNE. 1	NE. 1	NNE. 1	4.5	1	1	9	4	10.6	0.1	1
6	31.1	30.0	31.0	30.63	+ 4 13	28.9	31.2	SSE. 1	NNE. 1	S. 1	SSE. 1	4 0	1	1	10	5	11.5	6.9	3
7	31.2	29.7	30.8	30.44	+ 3.90	28.6	31.3	NNE. 1	NNE. 1	SE. 1	NNE 1	4.6	1	1	9	3	12 3	0.3	1
8	29.9	28.7	27.8	29.07	+ 2.49	27.2	31.0	SSE. 1	NNE. 1	ESE. 1	NNE. 1	4.6	0	2	3	2	12.4	....	....
9	28.5	27.4	28.3	27.95	+ 1 33	27.1	28.6	NNE. 1	NNW. 1	NNE. 1	NNE. 1	4.8	2	9	4	5	9.3	....	....
10	28.7	27.5	28.6	28 03	+ 1.37	26.6	28.7	SSW. 1	NNE 1	SW. 1	SW. 1	4.5	0	9	10	6	8.7	5.9	7
11	27.1	25.5	25.8	26.28	- 0.42	24.9	28.0	SW. 1	NNE. 1	NE 1	NE. 1	3.7	9	9	8	8	6.5	**10.9**	2
12	25.9	25.7	27.0	26.07	- 0.67	25.3	27.8	NE. 1	NNE. 1	NW. 0	var.	1.9	9	9	10	9	1.1	4.2	**10**
13	28.3	28 8	30.3	28.96	+ 2.18	27.8	30.8	W. 0	W. 0	E. 0	calme	1.4	9	9	8	8	3.1	5.9	2
14	31.3	30.5	30.4	30.57	+ 3.76	29.3	31.3	SE 1	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 1	10.0	1	1	0	1	13.6	....	....
15	31.5	30.4	30.2	30.53	+ 3 68	29.3	31.5	NNE. 1	NNE. 1	SW. 1	NNE. 1	3.7	0	0	0	0	13.8	....	....
16	31.9	30.6	30.3	30.79	+ 3.90	29 7	31.9	SSW. 1	NNW. 1	NE. 1	NNE 1	2.8	0	0	0	1	13.1	....	....
17	31.5	29.9	29.5	30.27	+ 3.35	29.2	31.5	NE 0	NNE. 1	NE. 0	calme	1.3	0	2	0	3	8.9	....	.. .
18	29.3	27.4	26.4	27.86	+ 0 90	25.9	29.6	NE. 1	W. 1	SSW. 1	SSW. 1	5.2	0	1	1	0	14.6	....	....
19	25.9	24.2	23.3	24 66	- 2.33	22.7	26.6	SE. 1	WSW 1	SSW. 2	SW. 1	5.1	0	0	2	0	13.9	0.1	....
20	22.3	22.4	25.2	**23.07**	**- 3.96**	22.2	26.2	NE. 1	W. 1	SSW. 1	SSW. 1	4.8	9	9	3	8	3.9	0.1	1
21	25.7	23.2	27.4	25.05	- 2.01	**21.5**	28.3	NNE. 1	NW. 1	SW. 1	SW. 1	8.0	0	1	10	4	11.8	6.6	1
22	28.5	28.7	29.8	28.87	+ 1.78	28.3	30.1	SW. 2	SSW. 2	SW. 1	SSW. 1	**11.0**	8	3	9	5	9 7	1.3	7
23	30 7	30.3	31.0	30.45	+ 3.33	30.0	31.3	SSW. 1	NNW. 1	ENE. 1	var.	5.3	8	2	0	3	11.8	....	....
24	30.7	29.7	30 6	30.26	+ 3.10	29.0	31.3	SSW. 1	NNE. 1	WSW. 1	var.	2.3	0	0	1	0	**14.9**	. ..	....
25	32.2	31.4	30.7	31.24	+ 4.05	30.1	32.3	NNE. 1	SW. 1	WSW. 1	SW. 1	2.9	0	1	4	2	14.3	. ..	....
26	30.9	30.9	30.4	30.73	+ 3.51	30.1	31.5	SW. 1	W 1	NW. 1	SW. 1	3 1	9	5	3	6	4.6	. . .	....
27	29.8	27.4	27.0	28.27	+ 1.02	25.7	30.4	NNE. 1	NNE 1	SSW. 1	NNE. 1	3.7	0	1	9	3	12.8	....	....
28	27.7	26 4	25.1	26.39	- 0.89	23.9	27.8	SSE. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	4.8	0	0	5	2	13.4	....	....
29	26.0	26.5	25 6	25.80	- 1.50	24.7	27 5	SW. 0	SSE. 1	NE. 1	calme.	1.5	9	9	9	9	2.3	5.7	6
30	25.4	25.0	25.5	25.24	- 2 09	24.7	25.8	SSE. 0	N. 1	SW. 0	calme.	1.1	9	9	9	9	4.1	1.7	2
Mois	29.50	28.52	28.92	28.88	+ 1.79							4.30	3.4	3.2	4.8	3.8	306.4	49.7	43

GENÈVE — JUIN 1917

Jour du mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm
1	10.4	20.8	15.7	**14.83**	- 0.51	**7.5**	23.0	97	58	80	77	+ 7	42	98	15.7	+ 2.0	1515
2	14.3	23.5	18.0	18 06	+ 2.60	10.5	25.6	78	41	59	**62**	**- 8**	31	93	14.3	+ 0.5	1490
3	15.6	21.0	17.0	17.68	+ 2.10	14.0	21.7	80	54	75	70	0	51	86	—	—	1475
4	15.6	20.8	19.8	17.80	+ 2 10	11.2	23.7	75	63	73	72	+ 2	56	88	16.6	+ 2.5	1455
5	18.0	24.5	18 5	19.51	+ 3.71	13.6	25.0	80	52	77	73	+ 3	48	91	17.9	+ 3.7	1445
6	16.9	23.4	16.9	18.45	+ 2.51	11.5	26.2	80	51	92	76	+ 6	47	93	16.7	+ 2.4	1420
7	17.0	25.4	18.4	19.65	+ 3 59	13.4	27.1	81	51	75	69	- 1	33	92	15.3	+ 0.9	1425
8	18.6	23.6	20.4	20.03	+ 3.86	13.8	26 4	79	56	69	70	0	50	93	17.3	+ 2.8	1415
9	19.4	24.2	19.6	20.36	+ 4.08	15.0	25.6	75	65	86	73	+ 3	54	88	19.7	+ 5.1	1445
10	18.0	23.0	17.3	19.26	+ 2.87	14.0	25.7	81	65	81	79	+ 9	61	95	—	—	1555
11	17.1	23.8	17.9	18.15	+ 1.65	14.4	26.2	85	62	85	83	+13	57	98	17.8	+ 2.9	1445
12	16.8	20.7	16.8	17.69	+ 1.08	15.9	22.0	90	75	84	85	+15	70	96	17.8	+ 2.8	1500
13	15.8	19.8	16 9	17.63	+ 0.92	15.0	23.0	98	67	90	**86**	**+16**	60	**99**	16.2	+ 1.1	1515
14	16.8	22.0	19.8	18.68	+ 1.86	13.0	23.6	84	65	70	75	+ 5	54	95	15.5	+ 0.3	1540
15	17.8	23.4	19.6	20 07	+ 3.15	13.5	25 8	77	59	77	70	0	50	87	19.0	+ 3 7	1530
16	19.0	26.6	21.4	20.89	+ 3.87	13.2	**29.1**	73	57	80	72	+ 2	52	92	19.6	+ 4.2	1530
17	19.4	25.2	20.8	21.14	+ 4 03	15.0	26.0	78	64	87	77	+ 7	60	93	—	—	1585
18	20.3	27.6	21.2	**22.25**	**+ 5.04**	16.0	28.3	66	38	67	63	- 7	33	92	19.3	+ 3.7	1565
19	18.6	26.4	21.8	21.27	+ 3.97	14.7	28.5	68	53	52	63	- 7	48	85	17.2	+ 1.5	1580
20	17.6	22.2	17 8	18.69	+ 1.30	15.3	23.2	71	59	74	69	- 1	56	78	16.0	+ 0 2	1575
21	18.2	25.5	12.3	18.57	+ 1.09	11.5	26.7	71	52	82	69	- 1	38	88	13.2	- 2.7	1575
22	16.3	19.2	14.7	15.63	- 1.94	11 0	20.4	57	50	66	64	- 6	47	90	9.2	- 6.8	1570
23	14.1	19.4	13.8	15 54	- 2.11	11.4	21.2	74	48	65	67	- 3	46	96	7.8	- 8.3	1565
24	12.6	18.2	17.2	14 89	**- 2.84**	7.6	21.0	76	50	68	69	0	45	91	—	—	1595
25	14.4	24.4	19.4	18.39	+ 0.58	10.3	26.0	75	40	65	**62**	- 7	**30**	91	14.6	- 1.7	1585
26	19.1	24.0	18.1	19.90	+ 2.02	15 7	25.0	72	57	71	67	- 2	51	85	15.2	- 1.2	1585
27	16.5	21.5	20.4	18.62	+ 0.66	12 3	24.6	82	62	64	72	+ 3	50	90	16.3	- 0.2	1565
28	19.1	23.8	21.0	19 99	+ 1.96	13.0	26.0	72	54	75	70	+ 1	51	86	18.3	+ 1.7	1560
29	19.9	17.9	17.2	18.66	+ 0.57	14.8	21.8	66	81	85	73	+ 4	62	90	18.1	+ 1.4	1545
30	15.4	19.8	15.6	16.89	- 1.27	13.8	20.5	89	65	88	81	+12	61	98	18 5	+ 1.7	1555
Mois	16.95	22.72	18.18	18.63	+ 1.82	13.03	24.61	78	57	75	72	+ 2			16.27	+0.93	1517

MOYENNES DE GENÈVE — JUIN 1917

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02 Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	31.03	31.01	31.23	30.88	30.06	29 30	29.85	30.76	30.51
2e »	28.34	28.29	28.50	28.24	27.53	27.00	27.23	28.11	27.91
3e »	28.72	28 62	28.77	28.56	27.96	27.15	27.50	28.56	28.23
Mois	29.36	29.31	29.50	29.23	28.52	27.82	28 19	29.14	28.88

Température

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	14 64	13.24	16.38	19.80	23.02	23.58	20.19	17.65	18.56
2e »	16.38	15.38	17.92	21.16	23.77	22.48	21.32	18.75	19.65
3e »	14.26	13.49	16.56	18.81	21.37	21.87	18.80	16.50	17.71
Mois	15.09	14.04	16.95	19.92	22.72	22.64	20.10	17.60	18.63

Fraction de saturation en %

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
1re décade	85	89	81	67	56	52	69	78	72
2e »	85	89	79	69	60	65	69	79	74
3e »	81	86	73	65	56	54	66	74	69
Mois	83	88	78	67	57	57	67	77	72

Dans ce mois l'air a été calme 89 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{85}{49} = 1.74$

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

	mm
Pression atmosphérique.....	28.98
Nébulosité	3.8
Température $\frac{7+1+9}{3}$..	19.28
Température $\frac{7+1+2\times9}{4}$..	19.01
Fraction de saturation.....	70 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

	mm
Press. atmosphér.. (1836-1875).	27.19
Nébulosité.. ..... (1847-1875).	5.4
Hauteur de pluie.. (1826-1875).	76.0
Nombre de jours de pluie. (id.).	11
Température moyenne... (id.).	16°.81
Fraction de saturat. (1849-1875).	70 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	41.2	37.7	43.5	55.3	62.8	50.9	43.7

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	59.4	49.7	37.0			40.1

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE JUIN 1917

Les 13, 14, 21, 23, 26 et 29 brouillard une partie de la journée.
le 20 brouillard toute la journée.
les 5 et 21 vent très fort.

GRAND SAINT-BERNARD — JUIN 1917

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm									mm	cm
1	68.9	69.6	70.0	69.5	+ 3.8	68.6	70.3	SW. 1	SW. 1	NE 1	SW. 1	8	5	2	5	....	....
2	70.8	72 1	72.7	71.9	+ 6.1	70.3	72.9	NE. 0	NE. 0	NE. 1	calmé.	3	7	10	7	6.5	....
3	72.7	73.7	74.0	73.5	+ 7.6	72.5	**74.2**	NE. 0	NE. 0	NE. 1	calme.	5	3	1	3	....	....
4	73.9	73.7	73.7	**73.8**	+ **7.9**	73.4	74.1	NE. 0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	2	1	4	2	....	....
5	72.5	72.3	72.5	72.4	+ 6.4	72.1	73.0	SW. 2	SW. 3	SW. 3	SW. 3	0	3	1	1	....	....
6	71.8	72.4	72.5	72.2	+ 6 1	71 6	72.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	6	4	1	4	....	....
7	72.2	72.3	72.8	72.4	+ 6.2	72.1	72.9	SW. 0	SW. 1	SW. 0	calme.	0	4	10	5	11 0	....
8	71.2	71 0	70.5	70.9	+ 4.6	70.3	72.4	NE. 0	NE. 0	NE 1	calme.	0	3	0	1	....	....
9	70.2	69.7	70.7	70.2	+ 3.9	69.5	70.8	NE. 0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	10	1	4	**17.3**	....
10	70.2	70.0	69.8	70.0	+ 3.6	69 3	70.6	SW. 0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	6	9	5	....	....
11	68.1	67.8	67.6	67.8	+ 1.3	67.3	69.3	SW. 0	SW. 0	SW. 0	calme.	6	8	10	8	0.3	....
12	67.1	67.5	67.9	67.5	+ 0.9	66.8	68.1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	8	10	10	9	14.0	....
13	67.7	68.8	70 3	68.9	+ 2.2	67 5	70.4	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	1.0	....
14	70.3	71.1	72.0	71.1	+ 4.4	70.1	72.1	NE. 1	NE. 1	NE. 0	NE. 1	10	4	0	5	....	....
15	72.1	72.4	72.9	72.5	+ 5.7	72.0	73.1	NE. 0	NE. 0	SW. 0	calme.	0	3	1	1	....	....
16	72.8	73.0	73.5	73.1	+ 6.2	72.5	73.6	NE. 0	NE. 1	NE. 0	calme.	0	2	4	2	....	....
17	72.8	72.9	72.7	72.8	+ 5.8	72.4	73.3	NE. 0	NE. 1	NE. 0	calme.	3	1	1	2	....	....
18	70.6	71.0	70.3	70.6	+ 3.6	70.0	72.4	NE. 0	SW. 0	NE 0	calme.	0	1	2	1	....	....
19	69.0	68 6	68.4	68.7	+ 1.6	68.1	70.0	SW. 2	SW. 2	SW. 1	SW. 2	5	7	9	7	3.0	....
20	67.3	66.2	67.1	66.9	- 0.3	65.8	68.4	SW. 2	SW. 2	SW. 1	SW. 2	10	10	10	10	9.2	....
21	67.7	67.5	65.1	66.8	- 0.4	**64.9**	68.0	SW. 1	SW. 3	SW. 4	SW. 3	10	10	10	10	6.0	....
22	66.4	67 4	68.5	67.4	+ 0.1	66.1	68.8	SW. 0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	3	4	7	5	....	....
23	67.9	67.9	68.6	68.1	+ 0.7	67.8	68.8	NE. 1	NE. 0	NE. 1	NE. 1	10	8	10	9	....	....
24	68.7	68.9	70 4	69.3	+ 1.9	68.3	70.8	SW. 1	SW. 2	NE. 1	SW. 1	0	2	6	3	....	....
25	71.0	71.4	71.9	71.4	+ 3 9	70.7	72.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	2	3	2	2	....	....
26	71.3	71.2	71.0	71.2	+ 3.6	70.8	71.8	SW. 2	SW. 1	NE. 1	SW. 1	10	10	10	10	1.4	....
27	69.4	69.0	69.3	69.2	+ 1.6	68.2	70.8	NE. 1	SW. 1	NE. 1	NE 1	2	3	10	5	10 3	....
28	69.2	69.7	69.7	69.5	+ 1.8	69.0	69.7	SW. 1	SW. 2	NE. 2	SW. 1	0	7	8	5	1.7	....
29	68.3	68.0	66.9	67.7	0.0	66 6	69.3	NE. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	5.5	...
30	65.7	65.7	65.9	**65.8**	- **2.0**	65.6	66.6	SW. 0	SW. 0	SW. 0	calme.	10	10	10	10	17.0	....
Mois	69 93	70.09	70.31	70 11	+ 3.00							4.4	5.6	6.0	5.3	104.2	....

GRAND SAINT-BERNARD — JUIN 1917

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	1.0	3.3	2.8	2.4	- 0.3	0.0	4.5	91	84	95	90	78	97
2	3.3	6.9	2.8	4.3	+ 1.5	1.0	7.5	77	65	95	79	61	98
3	2.6	11.6	4.6	6.3	+ 3.4	1.5	12.2	88	55	93	79	52	96
4	5.0	7.8	6.3	6.4	+ 3.4	2.0	11.5	86	59	90	78	53	94
5	4.8	7.6	5.5	6.0	+ 2.9	4.0	10 0	73	60	85	73	48	90
6	4.6	8.3	6.0	6.3	+ 3.1	4.0	9.5	79	60	90	76	41	93
7	5.6	11.8	4.7	7.4	+ 4.1	4.0	12.5	72	57	94	74	46	96
8	6.3	11.3	5.4	7.6	+ 4.2	4.5	13.2	74	62	96	77	57	98
9	6.3	10.1	5.2	7.2	+ 3.7	5.0	11.5	75	67	85	76	53	92
10	5.4	7.2	5 3	6.0	+ 2 4	4.2	8 5	86	72	95	84	66	97
11	4.8	9.5	5.5	6.6	+ 2.9	4.5	10.1	92	73	90	85	50	95
12	4.8	7.0	5.1	5.6	+ 1.8	4.5	9.0	94	88	98	93	64	98
13	3.1	6.0	2.8	4.0	+ 0.1	2 6	7.0	100	90	99	96	82	100
14	2.8	5.1	5.8	4.6	+ 0.6	2.6	7.0	93	90	87	90	80	99
15	4.9	11.0	7.6	7.8	+ 3.7	4.2	11 5	77	60	81	73	44	90
16	7.8	10.4	7 3	8.5	+ 4.3	4.6	12.0	68	58	95	74	46	97
17	7.3	11.1	7.3	8.6	+ 4.3	5.0	12.0	80	51	75	69	36	91
18	8.0	12.6	7.1	**9.2**	+ **4.8**	6.0	**14.8**	56	47	90	**64**	**30**	93
19	5.6	12.2	6.8	8.2	+ 3.8	5.4	14.0	97	67	98	87	53	98
20	4.1	4.3	2.6	3.7	- 0.9	2.4	6.8	99	99	99	**99**	81	100
21	2.1	4.6	3.6	3.4	- 1.3	1.8	5.3	98	97	97	97	82	100
22	0.6	3.6	2.0	2.1	- 2.6	- **0.1**	5.4	78	60	60	66	44	96
23	0.8	4.5	0.6	**2.0**	- **2.8**	0.2	4.8	95	78	100	91	65	100
24	1.8	6.8	4.4	4.3	- 0.6	0.0	8.0	63	62	93	73	47	96
25	4.0	8.1	6.3	6.1	+ 1.1	2.9	9.0	75	50	85	70	38	94
26	4.5	6.3	3.8	4.9	- 0.1	3.0	6.5	97	85	90	91	60	98
27	4.6	8.8	5.2	6.2	+ 1.1	3.0	11.0	75	62	90	76	40	94
28	5.7	9.3	7.8	7.6	+ 2 4	4.0	10.0	70	66	85	74	55	96
29	5.2	4.6	3.3	4.4	- 0.9	3.2	7.5	100	98	89	96	80	100
30	3.5	1.8	2.6	2.6	- 2.7	1 5	5.0	95	90	95	93	76	97
Mois	4.36	7.78	4.87	5.67	+ 1.58	3.05	9.25	83	70	90	81		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD — JUIN 1917

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500^{mm} + **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	71.44	71.68	71.92	71.68	80	64	92	79
2e »	69.78	69.93	70.27	69.99	86	72	91	83
3e »	68.56	68.67	68.73	68.65	85	75	88	83
Mois	69.93	70.09	70.31	70.11	83	70	90	81

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	4.49	8.59	4.86	5.98	5.70
2e »	5.32	8 92	5.79	6.68	6.46
3e »	3.28	5.84	3.96	4.36	4.26
Mois	4.36	7.78	4.87	5.67	5.47

Dans ce mois l'air a été calme 333 fois sur 1000

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{23}{58} = 0.40$

Pluie et neige dans le Val d'Entremont

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
Eau en millimètres.....	56.2	43.0	73.8	104.2
Neige en centimètres....	0	0	0	0

TUBE A RAYONS X

POUR

RECHERCHES DE LABORATOIRE

PAR

Alex MULLER

(avec la Pl. I)

Introduction

Dès la découverte des rayons Rœntgen, plusieurs tubes à rayons X ont été construits dans le but d'obtenir de grandes intensités concentrées sur une petite surface.

On peut atteindre ce but de deux façons : Ou bien, en augmentant l'énergie électrique, c'est-à-dire, en employant des bobines ou plutôt des transformateurs plus puissants, ou bien, en faisant les observations plus près de la source des rayons X. Au point de vue de l'économie et de la simplicité, cette dernière alternative est préférable ; l'intensité émise par un point décroît, comme on sait, en raison inverse du carré de la distance à ce point.

Les tubes à rayons X présentent généralement l'inconvénient suivant : Le foyer des rayons cathodiques se trouve au milieu d'une ampoule, dont le rayon est au moins de 10 à 15 cm. Il s'agit donc de diminuer cette distance.

Une solution très élégante de ce problème a été donnée par M. Seitz,[1] qui a placé l'anticathode directement dans la paroi du tube. Elle consiste en une lame de cuivre recouverte d'une feuille d'aluminium. Cette lame de cuivre est évidée sur une partie de sa surface, de façon à être réduite à une couche très mince. La partie amincie est platinée, et c'est sur elle que vient se former le foyer des rayons cathodiques. Les rayons X qui s'y

[1] W. Seitz, *Verh. d. D. phys. Ges.*, 11, 1909, p. 505.

produisent traversent alors cette partie amincie ; l'absorption est donc très petite. Comme il est possible de faire les observations à quelques dixièmes de mm. près du foyer, l'énergie par cm^2 est relativement grande, malgré l'absorption. Pour le reste, le tube de M. Seitz n'a pas été construit dans le but d'en faire un « outil de laboratoire »; aussi, le tube est-il fermé d'une façon définitive.

Plus tard, M. Owen[1], M. Siegbahn[2] et d'autres auteurs, ont construit des dispositifs basés sur l'idée de M. Seitz. Le tube décrit par M. Siegbahn est destiné aux recherches de laboratoire. Il est constitué par une pièce métallique fermée au moyen d'une anticathode en argent ; un isolateur en porcelaine porte la cathode. Les deux pièces sont mastiquées à la picëine. Quoique la construction soit déjà très simplifiée, le tube ne peut pas être facilement exécuté dans un laboratoire.

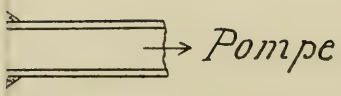
Description du tube

Je me suis proposé de trouver une construction qui réponde à ce but, exigeant en même temps un minimum de travail et de frais, et qui donne, cependant, d'aussi bons résultats. Le dispositif est représenté par la figure (voir planche I).

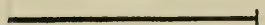
Le tube se compose de quatre pièces *A, B, C, D,* que l'on peut séparer aisément. La partie *A* est en laiton ; elle est forformée de deux tubes concentriques a_1 a_2, fermés à la partie antérieure par un anneau a_3 et à la partie postérieure par le couvercle a_4. Ce dernier est percé au centre d'une ouverture, qui est fermée par l'anticathode *B*. Le tube extérieur a_1 porte deux tubulures a_5 a_6, placées de chaque côté de l'appareil. Elles permettent de refroidir l'anticathode et le joint entre *A* et le verre *C*, en faisant circuler l'eau dans l'espace entre les deux tubes a_1 a_2. Le tube a_7 est relié à la pompe à vide. Toutes les pièces « *a* » sont soudées à l'étain.

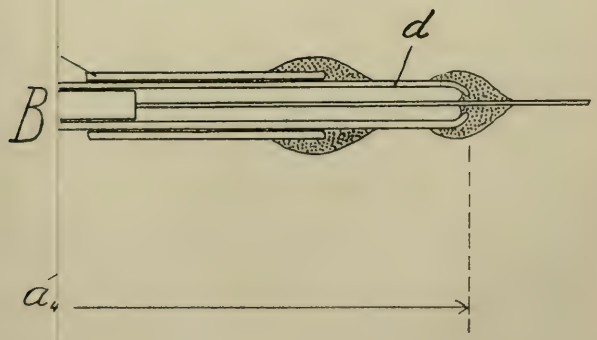
La partie *C*, en verre, se compose de deux tubes c_1 c_2 de dia-

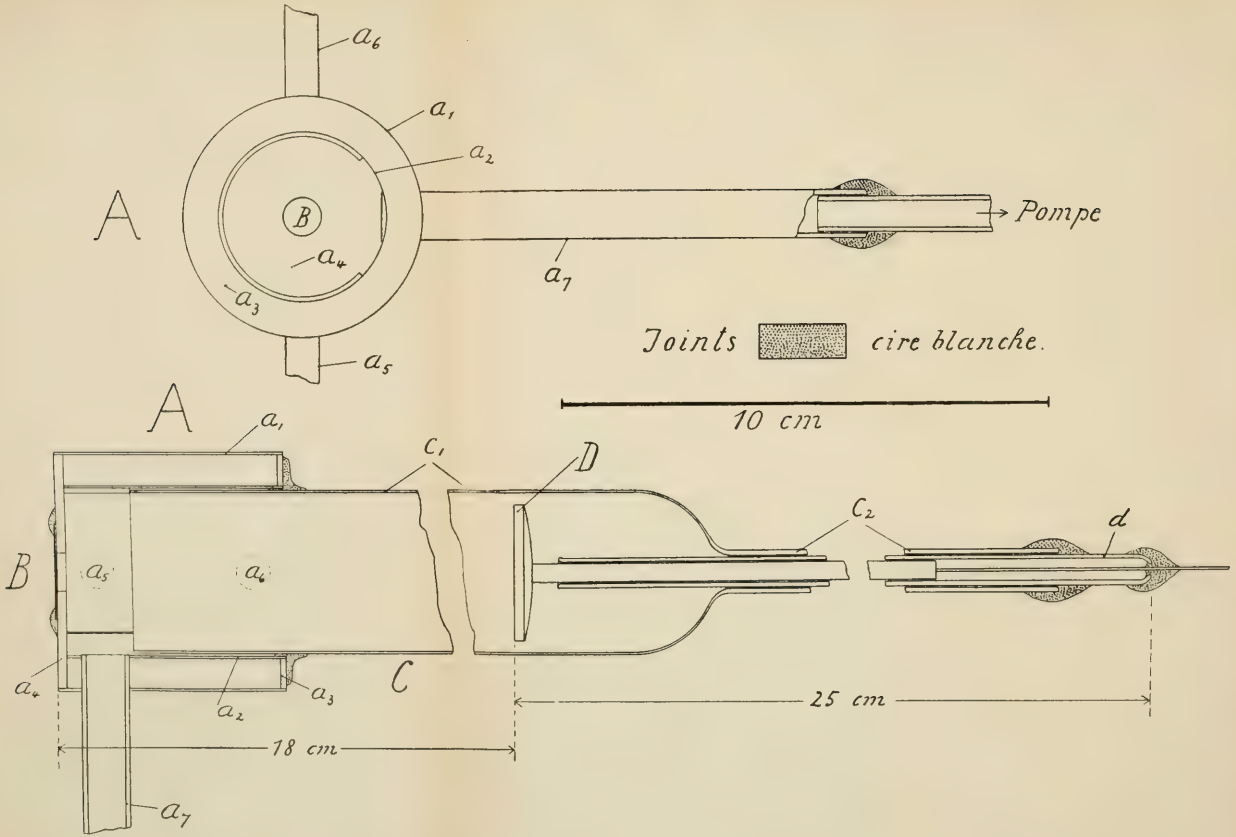
[1] E.-A. Owen, *Proc. Roy. Soc.*, 1912.
[2] M. Siegbahn, *Verh. d. D. phys. Ges.*, 17, 1915, p. 469.



ire blanche.






A
a_6
a_1
a_2
B
a_4
a_3
a_5
a_7
Pompe
Joints cire blanche.
10 cm
A
a_1
c_1
D
c_2
d
B
a_5
a_6
a_4
a_2
a_3
C
25 cm
18 cm
a_7

mètre différent. Il importe que cette pièce soit de construction simple et qu'elle soit facile à remplacer.

La cathode *D* est en aluminium. (Rayon de courbure de la cathode, env. 6 cm.) A la tige qui la porte est fixé un fil métallique. Le tout est entouré d'un tube de verre *d*. La cathode, ainsi disposée, est introduite dans le tube c_2. Elle peut être avancée ou retirée dans l'axe du tube. Les joints entre *A, B, C, D*, sont faits à la cire à cacheter blanche. Pour séparer les diverses pièces, il suffit de ramollir la cire à l'aide d'un bec Bunsen. Si les joints sont soigneusement faits, le tube tient très bien le vide. Pour avoir de bons joints, il faut chauffer les pièces jusqu'à ce que la cire commence à couler sur les surfaces.

L'anticathode *B* a un double but. Elle produit les rayons X, sous l'influence des rayons cathodiques qui la frappent, et elle ferme en même temps le tube, de façon que ce dernier tienne le vide. Comme les rayons cathodiques ne pénètrent que très peu les métaux, il faudrait, dans notre cas, employer une anticathode de env. $1/1000^{mm}$ pour avoir le rendement maximum. Mais des feuilles de cette épaisseur ne résisteraient pas à la pression extérieure et elles risqueraient, en outre, d'être percées par la chaleur dégagée sous l'action des rayons cathodiques. On est donc obligé d'augmenter la résistance mécanique de l'anticathode. Celle-ci est constituée par une feuille d'aluminium d'épaisseur convenable (env. $1/10^{mm}$). L'absorption des rayons X dans l'aluminium est, comme on sait, très petite.

Le métal dont on désire avoir la radiation caractéristique doit être déposé sur l'aluminium. Le procédé le plus simple pour y arriver est le suivant : On emploie le métal sous forme d'un sel soluble. Une goutte de la solution est mise sur la feuille. Le liquide est vaporisé à l'aide d'un bec Bunsen. Le sel qui reste forme souvent une couche suffisamment adhérente.

Ou bien, on dépose le métal à l'aide des rayons cathodiques. Notre tube permet facilement d'obtenir ce résultat. La cathode ordinaire est alors remplacée par une cathode recouverte du métal que l'on veut déposer.

On peut aussi fermer le tube avec une feuille de métal plus épaisse ; la feuille mince d'aluminium est alors supprimée. La radiation est plus faible, mais plus homogène. On sait, en effet,

qu'un métal est relativement transparent pour sa radiation caractéristique.

Pour nous rendre compte du fonctionnement du tube, quelques spectres de rayons X ont été photographiés (Méthode du cristal tournant de M. de Broglie). Voici quelques indications sur le dispositif :

Distance anticathode — fente env. 1 cm.
» fente — axe du spectromètre, env. 5 cm.
Largeur de la fente env. 0,08 — 0,1mm.
Angle du faisceau env. 6°
Cristal : Sel de gemne (2 × 2cm.)

En faisant fonctionner le tube avec une bobine ordinaire (0,5 à 1 milliampères ; 30 à 40 kilovolts), le temps de pose pour les rayons K du cuivre (1er ordre du spectre), est d'env. 5 minutes. Avec une machine électrostatique à 8 plateaux (Roycourt, Paris), le même résultat est obtenu en 15 minutes. Avec une fente plus large, les raies K_α et K_β du cuivre étaient suffisamment intenses pour être vues directement sur l'écran fluorescent.

Comme la surface et le volume du tube sont relativement petits, le vide est obtenu très rapidement. Avec une pompe à enveloppe et la pompe rotative à mercure de Gæde, le temps nécessaire est environ deux minutes. Le tube est relié à la pompe à l'aide d'un rodage normal.

Le présent travail a été exécuté au laboratoire de physique de l'Université de Genève.

Je tiens à exprimer mes remercîments sincères à M. le Prof. C.-E. Guye, qui a bien voulu mettre à ma disposition les ressources de ses laboratoires.

Laboratoire de Physique de l'Université.
Le 20 juillet 1917.

LE

TUNNEL DU SIMPLON

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE

PAR

Max GONSALVES

(Suite et fin)

Numéro 130. — 6820 mètres du côte nord.

Amphibolite. — Cette roche est formée en majeure partie par du quartz associé à la hornblende et à de l'épidote en quantité relativement faible. On trouve également de la biotite brune, du feldspath clair et limpide, difficilement différenciable du quartz, puis de la magnétite en traînées irrégulières et un peu de grenat jaune rosé en gros cristaux.

Les caractères des minéraux sont les suivants :

Quartz : Signe optique +; $n_g - n_p = 0{,}009$.

Feldspath : Une section Sng, rigoureusement centrée et légèrement idiomorphe, montre un angle d'extinction de + 10° = 15 % An.

Hornblende : Clivage $m = (110)$ $(1\bar{1}0)$; allongement positif ; signe optique négatif ; $n_g - n_p = 0{,}024$; $n_m - n_p = 0{,}015$; $n_g - n_m = 0{,}009$. 2 V — 75° 30'. Polychroïsme : n_g vert bleuâtre, n_m vert, n_p vert jaunâtre très pâle.

Epidote : Ce minéral se présente en grains trapus, sans allongement marqué. Je ne trouve malheureusement pas de sections rigoureusement orientées, pour une détermination complète. Dans cette série de roches, on remarque que les minéraux sont disposés de la même façon, ce qui rend souvent

difficile de trouver des sections orientées suivant $n_g - n_p$, $n_g - n_m$ et $n_m - n_p$. $n_g - n_m = 0{,}031$ environ.

Biotite : Ce minéral est très peu abondant ; clivage p parallèle à l'allongement positif ; angle des axes optiques presque nul ; $n_g - n_p = 0{,}059$.

Polychroïsme : n_g brun foncé, n_p jaune pâle presque incolore.

Numéro 131. — 6833 mètres du côté nord.

Gneiss à muscovite.— Cette roche est constituée par du feldspath peu mâclé et abondant, réunis à la muscovite en larges lamelles et à du quartz en petits grains polygonaux, formant mozaïque, et dont les extinctions sont souvent onduleuses. D'une façon tout à fait accessoire, on trouve quelques lamelles de biotite, quelques grains de zoïsite et quelques rares petits grains d'amphibole. On observe encore un peu de magnétite et quelques grains de sphène à très fort relief grisâtre.

Les propriétés optiques des minéraux sont les suivantes :

Feldspath : Les sections sont rarement mâclées et, lorsque, tel est le cas, on observe quelques lamelles suivant la loi de Karlsbad. Les sections parallèles à g^1 permettent de déterminer le pourcentage d'anortite. Sur une section rigoureusement perpendiculaire à la bissectrice n_g, l'angle d'extinction est de $+ 20°$ d'où 2 % An.

Muscovite : Extinction droite ou presque droite ; clivage p. parallèle à l'allongement positif ; signe optique négatif ; $n_g - n_p = 0.044$. $n_g = m_m = 0{,}041$; $n_m - n_p = 0{,}003$; 2 V calculé — 30° 20′.

Quartz : Les grains de ce minéral sont généralement de petites dimensions et leurs amas à extinctions onduleuses moulent les feldspath et le mica.

Biotite : Ce minéral de couleur brun rouge, assez foncé, n'est pas suffisamment abondant pour une détermination rigoureuse. Il présente le polychroïsme habituel et est fréquemment groupé parallèlement avec la muscovite. On observe parfois une décomposition plus ou moins complète avec formation de chlorite.

(N° 156. — 7242 mètres du côté nord).

Micaschiste à deux micas. — Ce micaschiste montre au microscope une structure schisteuse bien caractérisée. Les cou-

ches de mica alternent régulièrement avec les couches de quartz, qui se trouvent en petits grains irréguliers, à extinctions onduleuses.

Accessoirement, on rencontre quelques cristaux de grenat, quelques grains de zoïsite, des cristaux d'épidote et des amas de magnétite généralement allongés, parallèles à la schistosité.

Le mica se rattache aux deux variétés, muscovite et biotite.

Cette dernière est de couleur verte, et suivant les parties de la roche, elle est quelquefois plus abondante que la muscovite. Le mica est fréquemment accompagné de chlorite vert pâle, légèrement polychroïque, qui très probablement a dû prendre naissance au dépens de la biotite.

Les propriétés optiques des minéraux sont les suivantes :

Biotite : Clivage p parallèlement à l'allongement positif, signe optif négatif ; $n_g - n_p = 0.048$. Polychroïsme : n_g vert brunâtre, u_p jaune brunâtre, très clair, presque incolore.

Muscovite : Clivage p. parallèle à l'allongement positif ; signe optique négatif. $n_g - n_p = 0{,}037$ 2V presque nul.

L'épidote se rencontre en grains cristallisés accompagnant les couches micacées, elle est de couleur jaune verdâtre pâle et ne montre pas de polychroïsme appréciable. On peut l'identifier par son fort relief et sa biréfringence plutôt élevée.

La chlorite se présente en lamelles fortement froissées et ployées, elle est faiblement biréfringente. L'allongement est négatif et le signe optique positif. $n_g = n_p = 0{,}005$. Polychroïsme : n_p parallèle au clivage p = vert clair, n_g perpendiculaire au clivage = incolore. Il s'agit de la variété ripidolite.

N° 168. — 7700 mètres du côté nord.

Gneiss à microcline.

Ce gneiss montre au microscope la présence d'orthose et de microcline particulièrement abondant, accompagné d'un peu de plagioclase, associé à du quartz en grains polyédriques et en amas irréguliers. Le mica est représenté principalement par de la muscovite, qui est accompagnée d'un peu de biotite verte brunâtre généralement complètement décomposée en chlorite vert pâle, faiblement biréfringente.

Comme élément accessoire, on trouve de la magnétite, mais

peu abondante, en cristaux octaédriques, de petits grains d'épidote, et quelques sections d'anhydrite et plages de calcite.

Les caractères des minéraux constitutifs sont les suivants :

Orthose : Clivage p et cassures h^1 avec $ph^1 = 114°$; les faces g^1 rigoureusement perpendiculaires à la bissectrice n_g, donnent pour la trace dans le plan des axes n_p un angle d'extinction de $+5°$. L'orthose est rarement mâclée suivant la loi de Karlsbad et très pauvre en filonnets d'albite. Les sections sont généralement trapues, à contours irréguliers, et ne présentent pas des zones d'allongement déterminables.

Microline : Ce minéral se reconnaît facilement par son quadrillage caractéristique, dû au clivage suivant la loi de l'albite et du péricline. L'éclairement commun se fait suivant les directions de bissectrice de l'angle formé par les traces des deux plans de mâcle.

Plagioclase : Ce minéral semble à première vue assez rare, il se rencontre en grains allotriomorphes, généralement courts et rarement mâclés. Lorsqu'on observe des mâcles, celles-ci se font suivant la loi de l'albite, et, parfois, on remarque quelques petites lamelles, suivant la loi du péricline. Une section rigoureusement perpendiculaire sur la bissectrice n_p, et mâclée, suivant la loi de l'albite, a donné les chiffres ci-dessous.

$1 = 1_1 = 15°$; n_g du feldspath plus petit que n_p du quartz, d'où 3 % An.

Une section g^1 non mâclée donne un angle de 114° entre le clivage p. et les cassures h^1, lesquelles sont peu marquées. La figure en lumière convergente est celle d'une bissectrice positive, légèrement excentrique. L'angle d'extinction de $+16° 5'$ correspond à 7 % An. Nous avons donc, en moyenne, affaire à une albite à 5 % An.

Quartz : Il se présente, d'une part, en grains craquelés extrêment onduleux et à contours irréguliers, moulant les éléments feldspathiques ; d'autre part, il se présente aussi en petits grains arrondis, formant des tâches au milieu du feldspath. Ces inclusions arrondies de quartz dans une même grande section de feldspath, s'éteignent souvent simultanément ; il s'agit donc d'une tendance à la structure pegmatitique.

Muscovite : Clivage *p*. parallèle à l'allongement positif ; angle d'extinction de 0 à 1,5 environ, $n_g - n_p = 0{,}041$.

Biotite : Ce minéral est trop peu abondant pour pouvoir être déterminé exactement. Il a été simplement identifié grâce à la présence de quelques rares lamelles de couleur vert foncé, fortement polychroïque, à extinction droite de forte biréfringence, et groupées parallèlement avec la muscovite.

Chlorite : Ce minéral, formé selon toute probabilité au dépens de la biotite est de couleur vert pâle, l'allongement est négatif et le clivage *p* parallèle à cet allongement. La biréfringence est faible, certainement inférieure à 0,005, tandis que la dispersion est très conséquente. Le signe optique est positif, et le polychroïsme se fait comme suit : n_p parallèle au clivage = vert, n_g perpendiculaire au clivage = jaune très pâle. Il s'agit donc encore ici de la variété ripidolite.

Anhydrite : Ce minéral, dont je n'ai rencontré que quelques sections, peut être identifié par son fort relief, ainsi que par ses clivages à angles droits et des extinctions droites. Les sections observées sont à contour mal défini, mais d'allure rectangulaire.

Calcite : Elle peut se reconnaître par son indice variable par rotation de la platine, ainsi que par ses mâcles caractéristiques et sa biréfringence extrêmement élevée.

N° 177. — 8080 mètres du côté nord.

Gneiss à muscovite. — Cette roche est analogue à la précédente par ses éléments principaux. Le plagioclase y est cependant plus rare et se rattache à un terme de la série des oligioclases. Le microcline est abondant et montre le quadrillage caractéristique des deux mâcles, qui fréquemment n'est bien marqué que dans une partie des sections. Les individus deviennent parfois assez larges ou s'interpénètrent d'une façon très confuse. L'orthose est abondante également, et montre le clivage *p* bien développé, accompagné parfois des cassures h^1. Le mica est représenté presque exclusivement par de la muscovite assez abondante, quant à la biotite, elle est rare, et je n'ai trouvé que deux ou trois petites sections dans toute la coupe.

L'élément accessoire le plus important est la calcite, qui se

présente en grands cristaux à relief variable par rotation de la platine, la surface est fortement chagrinée ; on peut reconnaître les clivages rhomboédriques.

Quant aux mâcles d'individus lamellaires, caractéristiques de la calcite de nombreuses roches métamorphiques, on ne les trouve pas ici.

On trouve encore quelques grains d'un minéral opaque, qui doit, selon toute probalité, être de la pyrite ; celle-ci peut être déjà remarquée sur l'échantillon macroscopique.

Les caractères des minéraux sont analogues à ceux de la roche précédente, dont cet échantillon se distingue par la présence de la muscovite en quantités sensiblement plus abondantes et par l'introduction de la calcite en quantités conséquentes, d'autre part, la biotite y fait pratiquement défaut.

La structure est la même que précédemment, le quartz notamment se présente en sections à contours très irréguliers et en petits grains arrondis inclus dans le feldspath. Le microcline et l'orthose ont leurs caractères habituels, l'angle d'extinction étant de $+ 5^0$ pour les faces g^1. de ce dernier minéral.

Quant aux plagioclases, ils se rencontrent en grains de petites dimensions, montrant parfois des mâcles polysynthétiques, d'individus lamellaires, suivant la loi de l'albite. La face g^1. des plagioclases donne un angle d'extinction de 8^0, le signe n'était pas déterminable avec certitude ; d'autre part, le contact de cette même section avec un grain de quartz montre par l'observation de la frange de Becke, que n_p du feldspath est plus petit que n_g du quartz. Il s'agit donc d'un oligoclase à 18 % An, et ce diagnostic est en parfait accord avec l'apparence des sections finement mâclées suivant la loi de l'albite. L'orthose ne présente pas de filonnets d'albite, le microcline non plus.

N° 183. — 8186 mètres du côté nord.

Gneiss à muscovite passant au cipolin. — Cette roche est directement en relation avec les précédentes par sa composition minéralogique. Par rapport aux gneiss ci-dessus, elle est caractérisée par sa forte régression de l'élément feldspatique qui n'est plus ici représenté que par l'orthose ; le plagioclase et le microcline ayant complètement disparu. Le quartz devient

extrêmement abondant ainsi que la muscovite, tandis que la biotite disparait ; quant à la calcite elle se présente en gros cristaux plus ou moins abondants suivant les parties considérées de la roche. Cette dernière peut donc être bien envisagée comme un gneiss passant, soit au micaschiste, soit au cipolin, suivant l'abondance du carbonate de chaux. La structure schisteuse est produite par la muscovite, dont les cristaux sont sensiblement orientés parallèlement et en guirlandes, mais ils sont répartis un peu dans toute la masse, et ils ne se rencontrent pas exclusivement dans certaines strates comme c'était le cas pour les roches précédentes.

Les caractères des minéraux constitutifs sont les habituels. On trouve en effet pour l'orthose l'angle d'extinction de $+ 5°$ dans la face $g^1 = (010)$.

Aussi la muscovite montre ses caractères habituels, $n_g - n_p = 0{,}039$.

La calcite montre, à l'exception du type précédent, les mâcles lamellaires suivant les faces du rhomboèdre, ce qui pourrait très probablement indiquer l'existence de formation première et de déformation mécanique, qui est rendue également très probable par l'apparence des grains de quartz à contour extrêmement irrégulier et à extinctions onduleuses.

N° 206. — 9200 mètres du côté nord.

Micaschiste à amphibole. — Cette roche est essentiellement constituée par du quartz en grains polygonaux, en grains plus ou moins irréguliers, associés à du mica, représenté par de la muscovite et de la biotite, souvent groupées parallèlement. D'une façon accessoire, quelques rares grains de feldspath montrent des mâcles suivant la loi de l'albite et la loi du péricline. Comme élément noir accompagnant le mica, on trouve une amphibole verte, assez abondante par places.

Comme éléments accessoires on rencontre des grains d'épidote, parfois réunis en amas, de la magnétite en cristaux et en plages irrégulières, et un peu de calcite.

Les caractères des minéraux constitutifs sont les suivants :

Quartz : Il présente les caractères habituels. Il moule les autres minéraux, mais il ne paraît pas, comme dans les roches

précédentes, se rencontrer en grains arrondis dans le feldspath. Les extinctions onduleuses dénotent un fort dynamométamorphisme.

Biotite : Allongement positif ; signe optique négatif ; extinctions droites par rapport au clivage p ; $n_g - n_p = 0{,}057$. Polychroïsme : n_g brun foncé n_p. jaune pâle.

Muscovite : $n_g - n_p = 0{,}037$; allongement positif, extinctions droites.

Amphibole : Les sections de ce minéral sont trapues et généralement sans contours. Le peu de sections n'a pas permis de déterminer exactement tous les caractères optiques. Clivage $m = (110)$ $(1\bar{1}0)$; plan des axes optiques parallèle à $g^1 = (010)$ avec n_g formant un angle d'extinction de 15° avec l'arête prismatique, $n_g - n_m = 0{,}016.2$ V est grand et négatif. Polychroïsme n_g. bleu vert, n_m vert, n_p jaune verdâtre pâle.

Epidote : Grains et prisme plutôt courts avec allongement variable. Plans des axes optiques transversalement par rapport à l'allongement, qui se fait par l'arrête ph^1 ; n_p. forme dans la face g^1, un angle de 3° avec l'arête prismatique, dans l'angle aiguë ph^1 de 65° ; clivage p ; cassure h : $n_g - n_p = 0.047$. Le minéral est assez fortement dispersif.

La calcite est peu abondante, on en trouve seulement quelques plages irrégulières, qui ne montrent pas les mâcles caractéristiques.

N° 216. — 9579 mètres du côté nord.

Micaschiste à anhydrite. — Cette roche est constituée par du mica brun clair, faiblement polychroïque, accompagné de quartz en grains irréguliers à extinctions onduleuses. Comme minéral accessoire, on trouve l'anhydrite en très grandes sections et en petits grains montrant nettement les clivages parallèles aux pinacoïdes $p = (001)$, $g^1 = (010)$ et plus difficilement $h^1 = (100)$. La présence de fines lamelles, obliques par rapport aux clivages, indique nécessairement la présence des mâcles sur des faces de pyramides. Elle est extrêmement abondante et construit la presque totalité de la coupe.

Sur l'échantillon macroscopique du reste, on remarque, qu'elle forme des veines assez larges, de couleur bleu rosé

Comme autre élément accessoire, on trouve de la calcite, mais moins abondante que l'anhydrite. Il y a encore un peu de tourmaline verdâtre en petits grains hexagonaux et en prismes courts.

Les caractères des minéraux constitutifs sont les suivants :

Quartz : Caractères habituels à extinctions onduleuses.

Biotite : Clivage $p = (001)$; allongement positif ; signe optique négatif ; extinctions droites ; $n_g = n_p = 0{,}036$. Polychroïsme : n_g brun jaune pâle, n_p incolore.

Anhydrite : Il ne m'est pas possible de donner les constantes optiques de ce minéral, les biréfringences sont tellement élevées que je n'ai pas pu mesurer le retard avec le compensateur de Babinet. Le retard dépasse 2152 millionièmes de *m. m.*

Calcite : On observe quelques grandes sections, polarisant très haut et montrant les lamelles de mâcles parallèles aux faces du rhomboèdre.

Tourmaline : Petits grains courts à contour hexagonal ; allongement négatif ; signe optique négatif ; $n_g - n_p = 0{,}019$. Polychroïsme : n_g vert bleuâtre, n_p incolore.

N° 233. — 8900 mètres du côté sud.

Gneiss à deux micas. — Cette roche est constituée par du feldspath en quantité plutôt considérable, puis à de la biotite et à de la muscovite, ce dernier minéral étant en quantité restreinte par rapport à la biotite. On trouve comme élément accessoire de la magnétite assez abondante, un peu de calcite, de grenat, et quelques cristaux de tourmaline. Parmi ces éléments accessoires, la magnétite est de beaucoup le minéral le plus abondant, elle se rencontre en cristaux, en amas allongés parallèlement à la schistosité, et en tâches nombreuses. On trouve encore quelques petits grains allongés de zoïsite.

Les caractères des minéraux constitutifs sont les suivants :

Quartz : Grains irréguliers à extinctions onduleuses.

Feldspath : Il appartient à la série des oligoclases albite. Les grains sont souvent nommâclés, d'autre fois on observe de fines mâcles suivant les lois de l'albite et du péricline. L'angle d'extinction maximum dans la zône de symétrie de la mâcle de

l'albite atteint 17°, ce qui peut correspondre à 2 % ou à 34 % An. Une section approchée d'une perpendiculaire à la bissectrice positive donne un angle d'extinction de + 10°, ce qui correspond à 15 % An. D'autre part, tous les contacts quartz-feldspath montrent, pour ce dernier minéral, des indices constamment inférieurs à ceux du quartz, le pourcentage d'anortite ne peut dépasser 15%. On a donc affaire à la série des albites oligoclases de 2 à 15 % An. Il n'est pas impossible que le feldspath de la roche soit de pourcentage variable dans ces limites, car les sections montrent parfois une structure légèrement zônée.

Biotile : Clivage *p* ; allongement positif, signe optique négatif ; $n_g - n_p = 0{,}044$. Polychroïsme : n_g brun foncé n_p jaune pâle.

Muscovite : Elle montre ses caractères habituels, le minéral est beaucoup moins développé que la biotite.

Tourmaline : Prismes courts, allongement négatif, signe optique négatif ; $n_g - n_p = 0{,}024$. Polychroïsme : n_g vert brunâtre foncé, n_p jaune brunâtre pâle. Cette tourmaline est donc plus biréfringente et de couleur plus foncée que les précédentes, il s'agit d'une variété plus riche en fer.

Zoïsite : Ce minéral est trop peu abondant pour être déterminé rigoureusement. On peut l'identifier par son fort relief, sa biréfringence très faible et par l'allongement de signe variable. La dispersion est également assez notable.

La calcite qui montre ses caractères habituels, ne présente cependant pas les mâcles sur les faces du rhomboèdre.

N° 255. — 7300 mètres du côté sud.

Gneiss à deux micas. — Cette roche est tout à fait analogue à la précédente. Elle ne s'en distingue que par le grain plus fin et la structure schisteuse beaucoup plus accentuée. Quant au feldspath, il est moins abondant que dans la précédente et est remplacé par le quartz. Le feldspath se rattache également à la série albite — oligoclase, comme on peut s'en convaincre en examinant les franges de Becke au contact avec le quartz. Celui-ci en tout petits grains irréguliers, comblant les intervalles entre les strates de mica. La muscovite est mieux développée

et en quantité sensiblement égale à la biotite. Comme dans la roche précédente, les minéraux accessoires sont la magnétite et la tourmaline. Ce dernier est parfois zoné, de couleur verte à vert-brunâtre, le noyau est alors vert et la périphérie vert-jaune à vert-brune. Les prismes sont courts et sur les sections perpendiculaires à l'axe optique on peut reconnaître le développement du prisme hexagonal et du prisme trigonal, ce dernier étant prédominant. La magnétite se présente en traînées parallèlement à la schistosité et en tâches très nombreuses criblant les autres minéraux. Il y a encore du grenat en sections très irrégulières et fortement craquelées.

N° 288. — 5330 mètres du côté sud.

Numéro 288. — 5330 mètres du côté nord.

Gneiss à deux Micas. — Cette roche peut être considérée par l'association du quartz, du microcline, de l'albite et du mica, lequel est représenté par la biotite prédominante et un peu de muscovite. Le quartz se présente en grandes plages à contours irréguliers et en amas de petits grains provenant très probablement de l'écrasement de gros individus. Le microcline peut être identifié par le quadrillage caractéristique des deux mâcles. Il est abondant et semble l'emporter sur le plagioclase. Ce dernier se rencontre en grains peu mâclés ou présente, au contraire, de fines lamelles de mâcles suivant la loi de l'albite. Les indices sont toujours inférieurs à ceux du quartz et sur la section S_{ng} des angles d'extinctions atteignent $+ 15°$. C'est donc une variété d'albite-oligoclase. Il ne se rencontre qu'en petits grains en inclusions dans le microcline. Les micas ont les caractères habituels ; la biotite, qui est beaucoup plus abondante que la muscovite, montre un polychroïsme intense ; n_g brun foncé, n_p incolore ; $n_g - n_p = 0.057$.

Comme élément accessoire, on trouve un peu de sphène, quelques gros cristaux d'apatite et de la calcite, souvent assez abondante, en sections à contours irréguliers. On trouve également du zircon qui développe dans la biotite des auréoles polychroïques.

Comme élément accessoire nettement caractérisé comme tel, se trouve la chlorite groupée parallèlement avec la biotite, dont elle provient par décomposition. Certaines sections montrent,

en effet, la chlorite se formant à partir de la biotite parallèlement au clivage. Cette chlorite est de couleur verte, plutôt pâle, de signe optique positif; la biréfringence est faible, ne dépasse pas 0,003 ; la dispersion est forte, il s'agit de la variété dite pennine. Le polychroïsme se fait comme suit : n_g parallèlement au clivage vert, n_p perpendiculaire au clivage jaune pâle.

N° 297. — 4939 mètres du côté sud.

Calcaire. — Cette roche est un calcaire bien cristallisé, constitué presque exclusivement par de la calcite, en quelques plages montrant les mâcles parallèles aux faces du rhomboèdre. La roche est encore criblée de lamelles de muscovite, accompagnées d'un peu de biotite claire, plutôt rare, et de quartz en petits grains arrondis, peu abondants. On trouve encore quelques cristaux de magnétite et de petits grains d'épidote assez uniformément répartie dans la masse de la roche. Cette épidote est légèrement jaunâtre et ne présente pas de polychroïsme apparent, elle est plutôt peu biréfringente. De tous ces minéraux accompagnants, la calcite est de beaucoup la plus abondante, et une augmentation de ce minéral nous amènerait directement au type du cipolin.

N° 299. — 4900 mètres du côté sud.

Cipolin à anhydrite. — Cette roche constitue, en quelque sorte une veine d'anhydrite du type précédent. On y trouve de la calcite en petits grains montrant les mâcles caractéristiques, et du mica, représenté principalement par une biotite de couleur claire. Quant à l'anhydrite, elle est ici extrêment abondante en gros grains présentant les clivages caractéristiques, ainsi que les mâcles signalés précédemment comme étant des groupements sur les faces des pyramides, à moins qu'il ne s'agissent d'inclusions de gypse en formation au dépens de l'anhydrite. Les lamelles sont beaucoup trop étroites pour pouvoir être examinées, de façon à trancher le problème. On trouve encore comme élément accessoire de la magnétite en petits cristaux bien formés et un peu d'amphibole incolore, très probablement de la variété actinote. Ce minéral peut être identifié par ses clivages prismatiques et il ne se trouve pas en quantité suffisante pour être déterminée complétement.

N° 312. — 4477 mètres du côté sud.

Veine d'anhydrite dans un cipolin. — Cette roche est identique à la précédente, de proportion près des minéraux constitutifs. Elle est essentiellement formée par de l'anhydrite, contenant quelques grains et des amas de calcite, de la biotite très pâle, et quelques rares grains de quartz.

N° 324. — 4322 mètres du côté sud.

Gneiss au Leucocrate. — Cette roche est constituée par du microcline et de l'albite-oligoclase, associés à du quartz en gros grains irréguliers. Le quartz présente les extinctions onduleuses, il est souvent réduit en amas à structure cataclastique.

Le microcline peut être aisément identifié par les deux mâcles, donnant le quadrillage caractéristique avec l'éclairement commun des lamelles, suivant la bissectrice de l'angle formé par les traces des deux mâcles. Le plagioclase est souvent non mâclé; d'autres fois, au contraire, on observe de très fines mâcles suivant la loi de l'albite. La section g^1 montre un angle d'extinction de $+13°$, ce qui correspond à 11 % An. Le plagioclase est souvent fortement troublé par des produits de décomposition, consistant principalement en paillettes de séricite et en amas limonitiques.

L'élément noir, très peu abondant, est représenté par de la biotite brun rouge assez fortement polychroïque et souvent décomposée, avec formation de chlorite vert pâle, faiblement biréfringente.

Comme élément accessoire, on trouve de la pyrite abondante et un peu d'oligiste, ainsi qu'un peu de zoïsite et d'épidote.

N° 326. — 4300 mètres du côté sud.

Gneiss à deux Micas. — Ce gneiss est essentiellement leucocrate, son élément ferromagnésien, très peu abondant, est représenté par de la biotite associée à de la muscovite en quantité sensiblement équivalente, quoique, parfois, suivant la région considérée, elle tende à devenir prédominante. L'élément feldspatique est représenté par du microcline avec sa structure caractéristique, et par l'orthose en grandes sections, rarement mâclé suivant la loi de Karlsbad. L'angle d'extinction de $+9°$ sur la face $g^1 = S_{ng}$, montre qu'il s'agit d'une qualité d'orthose plu-

tôt sodique. Le plagioclase est peu abondant, et montre les mâcles suivant les lois de l'albite. Sur une section voisine de S_{np}, l'angle d'extinction atteint 15° et la frange de Becke, au contact du feldspath et du quartz, montre que n_g du feldspath est inférieur à n_p du quartz. Cette variété se rapporte donc à une albite. Quant au quartz, il est abondant, souvent en grandes sections irrégulières, à extinctions onduleuses, moulant les autres minéraux, ou, alors, en grains arrondis, inclus dans le feldspath.

Comme élément accessoire, on trouve de la magnétite, et un peu d'épidote.

N° 332. — 4000 mètres du côté sud.

Gneiss à deux Micas. — Cette roche constitue une variété de la roche précédente, dans laquelle l'élément coloré, au lieu d'être réparti uniformément dans toute la masse, se trouve disposé en couches ou réuni en amas. Les feldspaths prédominants sont encore le microcline et l'orthose. Par places, le plagioclase montre une tendance à se développer en grands individus. Les caractères de ces minéraux sont les mêmes que dans la roche précédente. Le quartz ne se présente que rarement en grandes plages, il est le plus souvent en tous petits grains, intimément lié au feldspath, et il forme parfois avec l'orthose des associations graphiques. L'orthose elle-même montre des associations micropertiques avec le plagioclase. L'élément noir est représenté par de la biotite brune, fortement polychroïque, en voie de chloritisation.

On trouve encore comme élement secondaire quelques grains d'épidote et des plages de calcite, ainsi qu'un minéral noir opaque, qui, grâce à l'examen macroscopique de la roche, semble devoir être attribué, tout au moins en partie, à la pyrite.

N° 380. — 225 mètres du côté sud.

Micaschiste feldspatique à épidote. — Cette roche se rattache à la précédente par la présence de quelques restes de microcline et de l'orthose. Ce dernier minéral se trouve fréquemment en association graphique avec le quartz. Le plagioclase tend à prédominer sur les autres feldspaths. Il est souvent non mâclé, ou il montre, au contraire, de très fines lamelles de mâcles suivant la loi de l'albite; il est parfois zoné. Les indices sont inférieurs à ceux du quartz, et il doit donc s'agir, comme

précédemment, d'une variété de la série albite-oligoclase. Une section normale à la bissectrice n_p montre, par rapport à celle-ci un très grand angle et un angle d'extinction de 15°, d'où 3 % An.

L'élément feldspatique se trouve en quantité restreinte par rapport au quartz, qui se présente en grandes sections moulant les autres minéraux et à contours irréguliers.

L'élément noir est représenté par la biotite d'un type différent de celles rencontrées précédemment. Elle est très abondante et montre un polychroïsme remarquable, n_g vert foncé, presque noir, n_p vert brunâtre pâle.

Comme autre minéral extrêmement abondant, on rencontre de l'épidote incolore en gros grains arrondis et craquelés, fortement biréfringente et associée à un peu de zoïzite.

On remarque également un peu de calcite.

N° 382. — 195 mètres du côté sud.

Gneiss à biotite. — Cette roche est analogue à la précédente par ses minéraux principaux ; mais elle constitue le type vraiment gneissique, le feldspath étant plus abondant et l'épidote réduite à la condition d'un minéral accessoire. Les caractères des minéraux sont les mêmes que précédemment. Le microcline est abondant, quant à l'orthose, elle tend à être remplacée par l'albite. Elle se trouve cependant en quantité conséquente.

La biotite n'est autre que la variété vert foncé précédente, elle est accompagnée d'un peu de muscovite. Comme éléments accessoires, on trouve quelques grains et prismes d'épidote et de zoïzite, ainsi que quelques cristaux d'apatite.

La roche est à grain plutôt fin, et les sections des divers minéraux sont fréquemment brisées, tandis que le quartz présente d'une façon extrêmement nette, les extinctions onduleuses. Cette roche offre donc la structure cataclastique et a dû être soumise à de puissants effets mécaniques.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans la présente étude, j'ai pris comme règle de désigner les roches uniquement d'après leur composition minéralogique et leur structure, en laissant absolument de côté toute terminolo-

gie basée sur les noms de localité. Je ne comprends pas quel avantage il peut y avoir de parler du « gneiss de Monte Leone » ou du « gneiss d'Antigorio ». Il me semble que la terminologie basée sur les noms de localités, qui ne nous explique absolument rien, devrait disparaître. Le nom « gneiss de Monte Leone » ne nous dit rien, ce qui n'est pas le cas quand nous parlons d'un gneiss à microcline ou d'un gneiss à deux micas, noms qui nous désignent, sans autre, la composition minéralogique de la roche en question.

Partant de la tête nord du tunnel, les premières roches rencontrées sont des calcaires silicatés, dont le degré de métamorphisme est plus ou moins conséquent. Ces roches sont toujours bien cristallisées, et l'apport d'alumine et d'alcali donne naissance au cipolin par développement du mica. Dans cette région, on trouve également des zones amphiboliques, qui peuvent être considérées comme résultant d'un métamorphisme complet du calcaire, la chaux de celui-ci étant fixée dans l'amphibole. Comme preuve de cette manière de voir, on peut envisager le fait qu'on rencontre quantités de termes de transition entre les calcaires et les amphibolites, par développement plus ou moins considérable de l'amphibole.

Dans la zone suivante, se succèdent les micaschistes plus ou moins feldspathiques contenant parfois de l'amphibole, provenant très probablement d'une réaction plus ou moins complète avec le calcaire voisin. Dans cette même zone, on rencontre des types plus nettement gneissiques par suite du développement du feldspath, celui-ci étant rattachable, suivant les types, à l'orthose, aux pagioclases et surtout au microcline.

Dans la partie médiane du tunnel, nous ne rencontrons pas les calcaires et cipolins du début, mais plutôt des roches provenant de la réaction de ces calcaires avec les éléments du gneiss, c'est-à-dire des micaschistes et gneiss à amphiboles, à épidote, etc.

Plus loin, se trouve, par contre, de nouveau, du calcaire, fortemement silicaté, passant au cipolin et en relation étroite avec les gneiss à microcline, qui le précèdent et qui le suivent. La calcite se trouve du reste comme élément accessoire de plus en plus abondant dans les gneiss, au fur et à mesure que l'on s'ap-

proche de la masse calcaire. Plus loin, on trouve une roche à épidote qui peut être considérée comme un produit de réaction, et dans laquelle, à part l'épidote, on retrouve tous les autres constituants du gneiss.

Nous pouvons donc conclure à une assez grande uniformité des divers types des roches, avec des proportions évidemment plus ou moins variables d'alcali, pouvant provoquer la formation de tel ou tel feldspath. Une autre cause tendant à diversifier les roches, est la réaction avec le calcaire, tendant à créer des types riches en calcite, du cipolin ou, parmi les roches silicatées, des roches à amphibole et épidote. En ce qui concerne le gneiss lui-même, la proportion variable des divers minéraux constitutifs peut amener, par places, la formation des mica-schistes par régression du feldspath. Dans nos gneiss, les divers minéraux montrent généralement un développement sensiblement équivalent. Dans la région nord du tunnel, cependant, j'ai trouvé des types gneissiques dans lesquels le plagioclase a une tendance à se développer en porphyroblastes, qui sont plus riches en anortite que les plagioclases de plus petites dimensions. On a donc ici, pour ces porphyroblastes, l'équivalent des roches éruptives filonnienes ou d'épanchements chez lesquelles le pagioclase des phénocristaux est plus riche en anortite que celui de la pâte.

Il est à remarquer, d'une façon générale, que *ce complexe de gneiss et de calcaire est tout à fait analogue à ce que l'on peut trouver lorsqu'une masse granitique est intrusive dans des calcaires*. Les roches formées par exomorphisme et par endomorphismes sont analogues à celles que nous avons rencontrées.

Je rappellerai, d'autre part, que les veines d'anhydrite qui traversent les calcaires et les gneiss sont presque pures et leur production doit être liée à la présence de failles et de diaclases. Nous pouvons attribuer à ces formations une origine hydrothermale, ce qui explique la disposition en filons, ainsi que la pénétration facile, soit dans les gneiss, soit dans les calcaires, avec formation des roches, dans lesquelles l'anhydrite joue le rôle d'un élément accessoire plus ou moins important.

En ce qui concerne l'anhydrite, elle est très probablement accompagnée par un peu de gypse groupé avec elle, mais

l'étroitesse des lamelles n'a pas permis le diagnostic rigoureux, et il peut tout aussi bien s'agir de mâcles sur les faces des pyramides.

P.-S. — Ayant terminé cette étude, je viens de lire le travail de M. Rothpletz sur la chaîne du Simplon, également la réponse de M. Preiswerk. Inutile de dire aux lecteurs de mon étude sur les roches du Simplon, que je suis parfaitement d'accord avec l'hypothèse de M. Rothpletz.

1 Eclogæ. Vol. XIV. N° 3, page 443.

ÉTUDE

SUR LES

PIÉRIDES DU JURA

PAR

H. d'AURIOL

(Suite et fin)

Variations chez les ♂ de Pieris napi

Les variations que l'on constate chez *Pieris napi* ♂ sont les suivantes :

On trouve dans la plaine et sur les contreforts du Jura :

1° des individus sans tache noire sur l'avers des ailes antérieures et postérieures. Le revers des ailes postérieures est blanc ou blanc jaunâtre, caractère indépendant de la fraîcheur de l'individu. Leur taille varie de 25^{mm}, 21, 15, 16 à 20, 16, 13, 13, la majorité des exemplaires ayant 22, 19, 14, 14. Ils volent du 27 avril au 21 juin. Leur proportion est de 43 $^{0}/_{0}$ du total des individus que l'on rencontre.

2° des individus avec une tache noire et deux sur l'avers des ailes antérieures, sur le revers, on voit une ébauche de deux taches noires. Sur le bord antérieur de l'avers de l'aile postérieure, on remarque l'ébauche d'une tache. Leur taille varie de 25^{mm}, 20, 16, 16 à 20, 17, 12, 13. La majorité des exemplaires est comprise entre 24, 20, 15, 16 et 22, 19, 14, 14. Ils volent du 27 avril au 21 juin; leur proportion est de 43 $^{0}/_{0}$ du total des individus que l'on rencontre.

3° des individus avec une tache noire sur l'avers et deux sur le revers des ailes antérieures. Sur le bord antérieur de l'avers de l'aile postérieure, on remarque une ébauche de tache. Leur taille varie de 25^{mm}, 21, 15, 16 à 21, 17, 11, 13. La majorité des

exemplaires étant comprise entre 23, 19, 14, 15 et 21, 18, 14, 15. Ils volent du 27 avril au 17 mai ; leur proportion est de 30 % du total des individus que l'on rencontre.

4° des individus avec deux taches sur l'avers et trois sur le revers des ailes antérieures, la tache située sur le bord antérieur de l'avers des ailes postérieures est particulièrement marquée, leur taille varie de 24, 20, 14, 15 à 22, 18, 14, 15. Ils volent du 27 avril au 4 mai ; leur proportion est de 7 % du total des individus que l'on rencontre.

On rencontre à la montagne de 1000 mètres jusqu'à 1450 mètres :

1° des individus ♂ sans tache noire sur l'avers des ailes antérieures et postérieures. Le revers des ailes postérieures est blanc ou blanc jaunâtre, caractère indépendant de la fraîcheur de l'individu. Le bord antérieur de l'avers des ailes postérieures est saupoudré très légèrement d'écailles noires. Le revers des ailes antérieures montre une ébauche de taches noires. Leur taille varie de 24mm, 20, 15, 15 à 20, 16, 12, 12, la majorité est comprise entre 24, 20, 15, 15 et 23, 19, 14, 14. Ils volent du 18 mai au 3 juillet, plus abondants en juillet à 1200 mètres, leur proportion est de 38 % du total des individus que l'on rencontre.

2° des individus ♂ avec une tache noire en formation sur l'avers des ailes antérieures ; sur le revers, on remarque une ébauche de deux taches noires. Leur taille varie de 26mm, 22, 17, 18 à 21, 16, 12, 12. La majorité mesure 25, 21, 15, 15. Ils volent du 22 mai au 30 juin, leur proportion est de 29 % du total des individus que l'on rencontre.

3° des individus avec une tache noire formée sur l'avers des ailes antérieures et deux sur le revers de ces mêmes ailes. Leur taille est de 26mm, 21, 15, 16 à 20, 16, 11, 12, la majorité se trouve comprise entre 24, 21, 15, 17 et 23, 19, 14, 15. Ils volent du 17 mai au 4 juillet ; leur proportion est de 33 % du total des individus que l'on rencontre.

Les variations chez les ♀ de Pieris napi

On trouve dans la plaine des individus dont la taille varie de 25mm, 20, 15, 15 à 21, 17, 13, 13.5. Ils volent du 27 avril au 25 juin. A la montagne on rencontre des individus en beaucoup

moins grand nombre, dont la taille varie de 24, 20.5, 14.5, 16 à 20, 17, 12, 13.5. Ils volent du 13 mai au 30 juin. Leur taille est un peu inférieure, mais ils ne présentent aucune autre différence entre eux. L'obscurcissement ou la vivacité dans le dessin, c'est-à-dire l'intensité de la pigmentation des taches se rencontre indifféremment aux mêmes époques en plaine et en montagne. Si cette forme de montagne est peu représentée, rare même, elle se trouve par contre remplacée par la forme nommée *bryoniæ* plus abondante; sa taille varie de 24mm, 20, 14, 15 à 20, 17, 12, 13, la majorité est comprise entre 23, 19, 14, 15 et 22, 19, 13, 14; elle vole du 25 juin au 21 juillet. J'ai trouvé exceptionnellement un exemplaire le 21 mai. Par son aspect général, *bryoniæ* rappelle entièrement les ♀ des *napi*, montagne et plaine.

Cette *bryoniæ* se rencontre assez abondante au début de juillet dans la forêt du Risoux, volant dans les allées de bois, en compagnie exclusive de *napi* ♂, elle est évidemment la forme alpine qui tend à remplacer *napi* ♀ rare dans le Haut Jura.

Par les bandes du revers des ailes postérieures qui se prolongent jusqu'aux extrémités des nervures du bord postérieur, ces deux *napi* ♂ et ♂ sont parents.

On rencontre encore chez *bryoniæ* ♀ et *napi* ♀ deux types avec les ailes un peu différentes, plus allongées, ce qui tendrait à montrer leur parenté. Leurs variations s'exercent dans le même sens. J'en possède trop peu d'exemplaires pour en tirer quelque conclusion. Cette *bryoniæ*, pour Bruand, passe pour une espèce bien distincte, elle vole en juillet, dit-il ; il ne mentionne que la ♀. J'ai cependant un exemplaire recueilli en mai.

Si *bryoniæ* ♂, considéré comme espèce distincte, ainsi que quelques auteurs l'affirment, se rencontrait dans le Jura, ce ne pourrait être que *napi* ♂ volant en compagnie de la ♀, aux mêmes époques, et dans les mêmes localités isolées. Or, on n'aperçoit aucune différence quelconque entre ces ♂ de *napi* et ceux qui volent depuis le 18 mai jusqu'au 3 juillet, sans interruption.

Röber dit à propos de *bryoniæ* dont il décrit le ♂ : « celui-là a les ailes plus élancées que napi ♂. » Or le rapport entre la

longueur et la largeur des ailes que l'on trouve chez les divers *napi* du Jura, reste constant.

On constate bien des différences dans le degré de pigmentation des taches des divers exemplaires ♂ de *napi* recueillis, ils sont revêtus d'écailles noires réparties en plus ou moins grand nombre sur le bord extérieur de l'avers des ailes antérieures, mais ces différences se rencontrent aussi bien au mois de mai qu'au mois de juillet, en plaine qu'en montagne. Ainsi les *napi* ♂ qui volent en juillet en compagnie exclusive, dans des localités isolées, de *bryoniæ* ♀ présentent les mêmes degrés dans l'augmentation ou dans la diminution des taches noires, que ceux que l'on remarque chez *napi* de plaine. On observe les mêmes variations durant toute la période de vol, en plaine et en montagne.

Noms de variétés et d'aberrations données par les auteurs

J'ai montré qu'en plaine le 20 %, en montagne le 38 % des *napi* ♂, sont représentés par des exemplaires dont l'avers des ailes antérieures n'a pas de taches noires. On a nommé *ab. impunctata* ces ♂ dont le dessus n'a pas de dessin noir autre que l'apex normal et la base des ailes, et chez lesquels les taches discoïdales du dessous de l'aile antérieure manquent plus ou moins complètement.

On ne peut pas traiter d'aberration des exemplaires que l'on rencontre si abondamment représentés. Le nom par lequel on les désigne importe peu ; on pourrait cependant uniformiser ces divers noms donnés pour caractériser l'absence de taches noires chez *napi*, chez *rapæ*.

On a cité encore *nana* Röb. qui se rattache à de petits exemplaires, dont on n'indique cependant pas la dimension des ailes. On ne sait par conséquent pas à partir de quelle taille ils sont justifiables de ce nom de *nana*.

On cite encore la forme *interjecta* ♀ Röb. pour *bryoniæ*, c'est une transition à *bryoniæ* printanière, tandis que *intermedia* est la forme d'été faisant transition à *bryoniæ*, sans doute d'été. En fait de modifications chez *bryoniæ*, je n'ai pu constater que la vivacité ou l'effacement du dessin, sans tendance définie, ni

modification aucune dans la disposition des taches. La couleur fondamentale, grise ou jaune, se rencontre encore assez également répartie.

On cite encore *intermedia* Krul. qui se rencontrerait à Berne et à Bâle (V) et bien d'autres aberrations que je ne mentionne pas. Il y aurait en outre des exemplaires intermédiaires entre *napi* et *bryoniæ;* la chose est fort possible quoique j'aie généralement observé que *bryoniæ* a des caractères assez définis. On ne peut plus la confondre avec *napi* ♀.

Je renvoie du reste pour tous les noms d'aberration proposés pour *napi* à l'ouvrage de Turati p. 166. On y verra les noms nouveaux proposés par l'auteur pour les diverses modifications dans la disposition des taches noires.

La majorité des exemplaires ♂ de plaine est représentée par des individus chez lesquels les taches noires de l'avers et du revers des ailes sont à l'état d'ébauche ; le 7 % seulement donne des sujets chez lesquels les taches noires sont entièrement formées. On rencontre aussi bien au 27 avril qu'au 21 juin des individus où tous les états des caractères mélaniques étudiés sont représentés. L'époque ne parait jouer aucun rôle dans l'avancement ou le retard de ces caractères, et la taille ne varie pas avec l'augmentation des taches.

A la montagne, la proportion des individus chez lesquels le développement des taches mélaniques est retardé, est plus forte ; elle est de 38 % contre 20 % chez les exemplaires de plaine ; c'est près du double.

On rencontre cependant à peu près la même proportion d'individus avec des taches noires bien formées, mais chez aucun on ne trouve un degré d'avancement aussi complet que dans la troisième série de plaine qui en renferme 7 %. La formation des taches noires sur l'avers des ailes antérieures, leur développement, l'intensité de la pigmentation se rencontrent aussi bien au début qu'à la fin de la première génération.

Pris dans leur ensemble, les exemplaires de montagne possèdent un plus grand nombre d'écailles noires, dont la pigmentation est plus intense que ceux de la plaine.

Variations des ♂ de Pieris napææ

Les variations que l'on constate chez *Pieris napææ* sont les suivantes. On rencontre dans la plaine :

1° Des individus chez lesquels on remarque l'ébauche de taches noires sur l'avers des ailes antérieures ; leur proportion est de 24 % sur le total des individus rencontrés. Leur taille varie de 26mm, 21, 15, 16 à 23, 19, 14, 15. Ils volent du 23 juin au 1er août. Je n'ai trouvé qu'un seul exemplaire tout à fait blanc sur l'avers des ailes antérieures, à l'exception de l'angle apical qui reste toujours noir.

2° Des individus avec les taches noires bien formées sur l'avers des ailes antérieures; leur proportion est de 76 % du total des individus rencontrés ; leur taille varie de 26mm, 21, 16, 16 à 23, 19, 14, 14. La majorité étant comprise entre 25, 21, 15, 16 et 24, 20, 15, 16. Ils volent du 17 juin au 20 juillet. Ce qui caractérise cette espèce, c'est son assez grande fixité dans sa taille.

On rencontre à la montagne :

1° Des individus chez lesquels on remarque les taches noires formées sur l'avers des ailes antérieures ; leur taille varie de 25mm, 20, 15, 15.5 à 23, 19, 14, 15. Ils volent du 4 juillet au 29 août. Les exemplaires de montagne paraissent plus avancés que ceux de la plaine, sous le rapport de la formation des taches noires ; ils sont identiques comme taille.

Variations des ♀ de Pieris napææ

Les variations que l'on constate chez *Pieris napææ* ♀ sont les suivantes. On rencontre dans la plaine :

1° Des individus chez lesquels toutes les taches noires apparaissent sur l'avers des ailes antérieures ; leur taille varie de 25mm, 21, 15, 16 à 22, 18, 14, 15. Ils volent du 17 juin au 20 juillet.

On rencontre à la montagne :

Des individus dont la taille varie de 25, 22, 15, 17 à 21, 17, 13, 14. Ils volent du 3 juillet au 10 septembre.

Comme exception, figure un exemplaire recueilli à 1450 mètres sur le Risoux, dont la taille est seulement de 17, 14, 10, 11.

Les *napœæ* ♀ sont identiques en plaine et en montagne.

Que l'on considère *napœæ* comme une seconde génération ou une espèce à part, la grand majorité est représentée par des individus dont les taches sont bien formées, du début à la fin de l'époque pendant laquelle ils volent.

Napœæ est plus grand que *napi* et partage ce caractère avec *rapæ*, dont les deux générations varient comme taille.

Meyer Dürr, cependant, frappé de la différence qui existe entre ♀ de *napi* et de *napœæ*, disait que, prise à part, on devait tenir *napi* ♀ pour une espèce différente de *napœæ* ♀.

Variations chez Euchloë cardamines

Les variations que l'on constate chez les ♂ de *cardamines* sont les suivantes. On constate dans la plaine :

Des individus dont la taille varie de 2^{mm}, 17, 12, 14 à 16, 14, 9, 11. La majorité des exemplaires mesurant 21, 17, 12, 14.

On remarque le 81 % des individus à la tache noire sur l'avers des ailes antérieures bien formée, tandis que 19 % a cette tache très faible, mal constituée. La taille des individus n'est pas en rapport avec le caractère ; on rencontre de grands exemplaires avec de petites taches, tandis que de petits exemplaires en ont de grosses. Ils volent du 27 avril au 12 mai.

On rencontre à la montagne :

Des individus dont la taille varie de 21^{mm}, 18, 12, 14 à 16, 14, 10, 11. La majorité ayant 21, 17, 12, 14.

On remarque, chez le 70 % des individus, la tache noire sur l'avers des ailes, bien fournie, tandis que le 30 % a cette tache faible, disparaissant presque entièrement. Ils volent dans la deuxième quinzaine de mai.

On retrouve du 4 juin au 4 août, en plaine, quelques exemplaires de *cardamines;* leur taille varie de 22^{mm}, 18, 12, 15 à 19, 16, 10, 11. Ils se partagent à peu près également les grosses et les petites taches.

En montagne, également, du 30 juin au 17 juillet, on retrouve

quelques *cardamines;* leur taille varie de 21^{mm}, 18, 12, 14 à 17, 14, 9, 10. 60 % ont des grosses taches et 40 % des petites.

Les taches noires sont en général bien marquées. On ne constate pas de différence appréciable entre *cardamines* plaine ou montagne ; des exemplaires avec des taches noires moins marquées ont également la marbrure du revers des ailes postéres moins forte.

Relativement à la taille, plus tard dans la saison, on retrouve quelques exemplaires qui n'ont aucun caractère spécial autre que de montrer une taille plus faible qu'au début de l'année.

Cette espèce offre des variations de taille considérable, à tel point que, lorsqu'on réunit les individus extrêmes, ils ont l'air de deux types différents, quoique récoltés en même temps dans les mêmes localités et aux mêmes époques.

Le type se trouve représenté par des exemplaires relativement grands, avec de grosses taches noires. On remarque que la portion rouge de l'avers de l'aile antérieure, dépasse généralement la tache noire à une distance variable de cette tache ; très rarement, cette zone rouge s'arrête à la tache noire.

On remarque quelques exemplaires chez lesquels les taches noires des ailes antérieures affectent la forme de deux virgules allongées : c'est une simple aberration dans la formation de la tache, qui ne mérite pas un nom. Les ailes postérieures sont bordées à l'extrémité des nervures de taches triangulaires noires. Ce sont les exemplaires les plus grands qui laissent voir cette tendance.

Les variations que l'on constate chez les ♀ de *cardamines* sont les suivantes :

On rencontre dans la plaine, au printemps et en été, des individus dont la taille varie de 23^{mm}, 19, 13, 15 à 18, 15, 10.5, 12 ; ils volent du 27 avril au 21 juin. L'avers des ailes postérieures a l'extrémité des nervures recouverte d'écailles noires ; ce caractère est plus frappant chez les exemplaires de plaine.

A la montagne, au printemps et en été, on trouve des individus dont la taille varie de 23^{mm}, 18.5, 13, 14 à 18, 14, 10, 11.5. Ils volent du 12 mai au 17 juillet. L'avers des ailes postérieures a l'extrémité des nervures moins recouverte, sinon dépourvue d'écailles noires.

La variation dans la taille de *cardamines* affecte aussi bien les individus de plaine que ceux de la montagne ; les exemplaires de montagne montrent une grande variation. La date où on recueille les exemplaires n'influe en aucune façon sur la taille.

Variations chez Leptidia sinapis

Les variations que l'on constate chez les ♂ sont les suivantes :

On rencontre dans la plaine :

1° Des individus dont le revers des ailes postérieures est de couleur verte ; on a donné le nom de *lathyri* à ces exemplaires. Leur taille varie de 21^{mm}, 16, 11, 12 à 17, 14, 9.5, 10. La majorité a 19, 15, 10, 11. Ils volent du 27 avril au 7 mai. La proportion des individus que l'on rencontre avec ces caractères est de 20 %.

2° Des individus dont le revers des ailes postérieures perd la teinte verte pour revêtir une couleur grise, constituant des individus de passage. Leur taille varie de 21^{mm}, 17, 12, 13 à 16, 14, 9, 9.5. La majorité a 20, 16, 10, 12. La proportion des individus que l'on rencontre avec ces caractères est de 48 %. Ils volent du 27 avril au 14 mai.

3° Des individus dont le revers des ailes postérieures demeure gris, on les a nommés *ab. subgrisea*, leur taille varie de 21^{mm}, 16, 11, 12 à 18, 14, 9.5, 9.5. La majorité a 20, 17, 11, 12. Ils volent du 27 avril au 23 juin ; leur proportion est de 32 %. Ils rentrent dans la génération *vernalis*.

4° Des individus dont la taille varie de 21^{mm}, 16, 11, 12 à 18, 15, 10, 11. La majorité a 20, 16, 12, 12. Ils volent du 17 juin au 1er août. On a nommé ces derniers exemplaires, *Sinapis gen. aestivalis. ab.* (v.) *sartha R.*

On rencontre à la montagne :

1° Des individus dont la taille varie de 21, 17, 11, 12 à 18, 11, 10, 11. Ils volent dès le 9 mai jusqu'au 30 juin, et appartiennent au type *subgrisea*. Le type *lathyri* se rencontre, mais à l'état de rareté.

2° Des individus dont la taille varie de 20, 16, 11, 12 à 18, 15, 9.5, 10. Ils volent du 30 juin au 18 août. Ils rentrent dans le type *aestivalis;* la majorité a 20, 16, 11, 12.

Résumé

Au début de la saison, on rencontre le type *lathyri;* passé le 7 mai, on ne le rencontre plus et, après le 14 mai, on trouve le type *subgrisea.*

La majorité des exemplaires recueillis, soit près du 50 %, se trouve représentée par des types de passage, mais dès le début, on rencontse déjà deux types réunis avec le type intermédiaire. Le type *aestivalis*, bien caractérisé par son angle spécial noir, vole déjà quand les derniers exemplaires de la première génération n'ont pas disparu. La taille ne varie pas sensiblement d'une génération à l'autre.

Les variations que l'on constate chez les ♀ de *Leptidia sinapis* sont les suivantes :

On rencontre dans la plaine :

1° Des individus dont la taille varie de 21^{mm}, 17, 11, 12 à 19, 16, 11, 12. La majorité ayant 20, 16, 11, 12.5. Ils volent du 27 avril au 17 mai et présentent les caractères de *lathyri.*

2° Des individus dont la taille est de 18.5^{mm}, 15, 10, 11. Ils volent du 4 mai au 27 mai ; c'est le type *subgrisea.* Les *lathyri* sont plus abondamment représentés dans mes exemplaires.

3° Des individus dont la taille varie de 21^{mm}, 17.5, 11.5, 13.5 à 29, 17, 11, 12. Ils volent du 22 juin au 1er août. C'est le type *aestivalis.*

On rencontre à la montagne :

1° Des individus dont la taille varie de 20.5^{mm}, 17, 11, 12 à 19, 15, 10, 11, avec les caractères *lathyri* et *subgrisea.* Ils volent du 4 mai au 19 juin.

2° Des individus dont la taille varie de 20^{mm}, 16, 11, 12 à 18, 16, 10, 11. Ils volent dans la première quinzaine d'août et représentent le type *aestivalis.*

Si l'on consulte les auteurs, on lit que la forme printanière est appelée *gen. vern. lathyri Hb.,* et on donne le nom *d'ab. subgrisea Stdg.* à la forme privées de taches vertes, au-dessous des ailes, gris, ni vert ni jaune.

J'ai montré que l'on trouve dans le Jura le type nommé

lathyri, puis un type intermédiaire représenté par de nombreux individus, qui est le passage à celui nommé *subgrisea*.

On ne voit pas pourquoi *subgrisea*, qui est le type définitif printanier, serait une aberration. Le terme est impropre, du reste, *subgrisea* se trouve en plus grande abondance que *lathyri* dans le Jura. Comme il y a progression constante de la forme printanière depuis le type *lathyri* au type *subgrisea*, on ne peut parler d'aberration pour cette dernière forme.

Conclusion générale concernant les Piérides

Les conclusions que l'on peut tirer de cette étude se formulent en quelques lignes.

D'une façon générale, les *Piérides* recueillies dans la région du Jura, offrent une tendance au mélanisme. On rencontre un plus grand nombre d'individus avec des taches bien formées, à côté d'autres, chez lesquels elles le sont moins. Cette tendance s'affirme et augmente, malgré quelques contradictions, avec l'avancement de la saison.

La taille des individus augmente généralement à mesure qu'on les recueille à des époques plus chaudes et plus avancées.

Toutes ces observations demandent à être continuées, si l'on en veut tirer des conclusions définitives sur la variation en relation avec la température, la sécheresse ou l'humidité.

Le nombre insuffisant des exemplaires de *Colias hyale,* que j'ai recueillis jusqu'ici, ne m'autorise pas encore à présenter mes résultats. Les observations ne deviendront intéressantes que lorsqu'on aura pu les faire sur de nombreuses séries, recueillies en plaine et en montagne, à diverses dates, comme cela a eu lieu pour les espèces précédentes.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE
DE L'ANNÉE 1916
POUR
GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

Raoul GAUTIER

Directeur de l'Observatoire de Genève

I. Introduction

L'année 1916 laissera d'encore plus mauvais souvenirs que ses quatre devancières. Au point de vue de la température moyenne annuelle, c'est une année normale. Mais, comme 1912, 1913 et 1914, et plus que 1915, c'est une année médiocre, avec un hiver trop chaud et un été trop froid. Contrairement à ce que l'on pouvait dire de 1915, de tous les mois vraiment utiles à l'agriculture, de mai à septembre, seul mai a eu une température un peu supérieure à la normale ; tandis que tous les mois indifférents pour le développement de la campagne ont été trop chauds.

Au point de vue de l'humidité, l'année météorologique a été très pluvieuse, au même degré que 1915. Quant à l'année civile, elle l'est encore plus et n'est dépassée que par 1783, 1841 et 1799. Le nombre de jours de pluie est considérable, intermédiaire entre le maximum de 1910 et le chiffre déjà fort de 1915.

Enfin, dernier critère de médiocrité : 1916 accuse presqu'un minimum d'heures de soleil. Elle n'est dépassée, à ce point de vue, que par 1897 qui détient encore le record du minimum d'insolation. Mais arrêtons ici ce préambule de note plutôt pessimiste. On trouvera tous les caractères climatologiques de l'année résumés dans les pages et les tableaux qui suivent.

Il n'y a rien à signaler de nouveau cette année, ni dans la publication des tableaux météorologiques mensuels, ni dans celle du résumé annuel. Tous les tableaux de celui-ci contiennent *treize* mois, de décembre 1915 à décembre 1916, afin que les moyennes annuelles correspondent à la fois à *l'année météorologique* et à *l'année civile*. Seul le tableau V, fournissant les températures de cinq en cinq jours à Genève, n'est établi que pour l'année civile.

L'ordre des matières traitées dans ce résumé reste le même que dans ceux qui l'ont précédé. Après quelques indications de portée générale, les différents éléments météorologiques sont passés en revue dans l'ordre accoutumé : *température*, *pression atmosphérique, humidité de l'air, vent, pluie* et *neige*, *nébulosité* et *durée d'insolation,* cette dernière pour Genève seulement.

A l'*Observatoire de Genève*, les observations météorologiques directes se font toujours de trois en trois heures, à partir de 7 h. du matin et jusqu'à 10 h. du soir. Les instruments enregistreurs fournissent en outre les valeurs de la plupart des éléments météorologiques à 1 h. et à 4 h. du matin. Les moyennes diurnes de ces éléments-là reposent donc sur *huit* observations trihoraires. L'observation supplémentaire de 9 h. du soir a été utilisée avec celles de 7 h. du matin et de 1 h. du soir, pour obtenir des moyennes spéciales de la température qui soient directement comparables à celles du *Grand Saint-Bernard,* où les observations ne se font plus qu'à ces trois heures-là depuis 1902, comme dans toutes les autres stations de la Suisse.

Les *valeurs normales* des différents éléments météorologiques sont empruntées, pour *Genève*, aux « Nouvelles études sur le climat de Genève », d'Émile Plantamour, où étaient utilisées toutes les observations faites de 1826 à 1875. Pour le *Grand Saint-Bernard*, les valeurs normales sont fournies par les moyennes des 27 années, 1841-1867, calculées également par Plantamour.

Les tableaux mensuels des observations météorologiques faites à l'observatoire de Genève et au Grand Saint-Bernard et publiés dans les *Archives* sont établis chaque mois à l'observatoire par M. Jules Marmet ; les tableaux de ce résumé-ci ont été préparés par M. Ernest Rod.

I. Température. GENÈVE, 1916.

PÉRIODE	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1915	5.31	5.58	5.23	6.42	8.06	7.50	6.34	5.64	6.26	3.40	9.38
Janv. 1916	1.66	1.27	1.07	2.79	5.55	5.47	3.62	2.13	2.95	- 0.47	6.95
Février . .	1.90	1.43	1.11	2.83	4.80	4.84	3.52	2.54	2.87	- 0.45	6.21
Mars . . .	3.74	3.12	3.23	5.66	7.77	7.20	5.60	4.48	5.10	1.82	9.00
Avril . . .	6.83	5.92	6.71	9.70	11.87	12.02	10.05	8.52	8.95	4.66	13.95
Mai	10.53	9.35	12.18	15.02	17.43	17.52	15.59	13.36	13.87	8.83	19.34
Juin. . . .	11.70	10.83	13.17	16.23	18.05	17.91	16.24	13.74	14.73	10.02	20.30
Juillet. . .	14.29	13.10	16.01	18.78	21.00	21.07	19.54	16.92	17.59	12.58	22.84
Août . . .	14.24	13.15	15.42	19.10	21.40	21.93	19.59	16.82	17.71	12.39	23.76
Septembre	10.19	9.31	10.20	13.70	15.94	16.38	14.02	12.09	12.73	8.09	17.68
Octobre. .	7.77	6.86	7.13	11.27	13.65	12.78	10.35	9.04	9.86	5.45	14.76
Novembre	4.64	4.12	3.84	5.71	7.27	6.77	5.65	4.78	5.35	2.32	8.77
Décembre.	1.70	1.43	1.41	2.60	4.04	3.60	3.03	2.39	2.52	- 0.78	5.61
Hiver . . .	2.98	2.79	2.50	4.04	6.17	5.96	4.51	3.46	4.05	0.85	7.54
Printemps	7.04	6.13	7.38	10.13	12.36	12.25	10.42	8.79	9.31	5.11	14.10
Été	13.43	12.37	14.88	18.05	20.17	20.33	18.48	15.85	16.70	11.68	22.32
Automne .	7.54	6.76	7.06	10.24	12.30	11.98	10.01	8.64	9.32	5.29	13.75
Année mét.	7.76	7.03	7.97	10.64	12.77	12.65	10.87	9.20	9.86	5.75	14.45
» civile	7.45	6.68	7.65	10.31	12.43	12.32	10.59	8.93	9.54	5.39	14.13

II. Température. GENÈVE, 1916.

PÉRIODE	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Température moyenne 7+1+9 / 3	Température moyenne 7+1+2×9 / 4
	°	°	°	°	°
Décembre 1915	5.23	8.06	5.84	6.38	6.24
Janvier 1916	1.07	5.55	2.56	3.06	2.94
Février	1.11	4.80	2.59	2.83	2.77
Mars	3.23	7.77	4.63	5.21	5.07
Avril	6.71	11.87	9.00	9.19	9.14
Mai	12.18	17.43	13.66	14.42	14.23
Juin	13.17	18.05	14.50	15.24	15.05
Juillet	16.01	21.00	17.64	18.22	18.07
Août	15.42	21.40	17.71	18.18	18.06
Septembre	10.20	15.94	12.67	12.94	12.87
Octobre	7.13	13.65	9.35	10.04	9.87
Novembre	3.84	7.27	4.99	5.37	5.27
Décembre	1.41	4.04	2.46	2.64	2.59
Hiver	2.50	6.17	3.69	4.12	4.01
Printemps	7.38	12.36	9.10	9.61	9.48
Été	14.88	20.17	16.64	17.23	17.08
Automne	7.06	12.30	9.01	9.46	9.35
Année météorolog.	7.97	12.77	9.63	10.12	10.00
» civile	7.65	12.43	9.34	9.81	9.69

III. — Température. SAINT-BERNARD, 1916.

PÉRIODE	7. h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Température moyenne 7+1+9 / 3	Température moyenne 7+1+2×9 / 4	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1915.	- 5.63	- 3.89	- 5.36	- 4.96	- 5.06	- 7.4	- 2.6
Janv. 1916	- 5.80	- 3.73	- 5.79	- 5.11	- 5 28	- 7.7	- 2 4
Février	-10.82	- 8.21	- 9 91	- 9.65	- 9.71	-11.9	- 7.1
Mars	- 8.45	- 5.20	- 7 62	- 7.09	- 7.22	- 9.5	- 4.5
Avril	- 4.98	- 1.56	- 4.08	- 3.54	- 3.67	- 6.5	- 0.2
Mai	0.00	4.01	0.59	1.53	1.30	- 1.5	5.6
Juin	0.89	5.02	1.68	2.53	2.32	- 0.3	6.7
Juillet	4.30	7.43	5.03	5.59	5.45	3.1	8.8
Août	4.86	8.45	5.62	6.31	6.14	3.7	9.5
Septembre	0.81	4.04	1.41	2.09	1 92	- 0.4	4.8
Octobre	- 1.40	1.73	- 0.66	- 0.11	- 0.25	- 2.7	2.9
Novembre	- 6.35	- 4.15	- 6.03	- 5.51	- 5 64	- 7.7	- 3.4
Décembre	- 8.33	- 7.06	- 7.84	- 7.74	- 7.77	-10.2	- 5.7
Hiver	- 7.34	- 5.21	- 6.95	- 6.50	- 6.61	-8.96	-3.97
Printemps	- 4.47	- 0 91	- 3.70	- 3.03	- 3.20	-5.83	0 28
Été	3.38	6.99	4.14	4.83	4.66	2.16	8.31
Automne	- 2.30	0.55	- 1.75	- 1.17	- 1.31	-3.57	1.41
Ann. mét.	- 2 67	0.37	- 2.05	- 1.45	- 1.60	-4.04	1.52
» civile	- 2.90	0.10	- 2.26	- 1.69	- 1.83	-4.27	1.26

Les observations ont toutes été faites à l'HEURE LOCALE, seule indiquée. Pour la transformer en temps moyen de l'Europe centrale, il faut ajouter 35 minutes aux instants des observations de Genève et 30 minutes pour le Grand Saint-Bernard.

II. Température

Les résultats généraux des observations thermométriques sont consignés dans dix tableaux de chiffres groupés sous cinq rubriques différentes [1] :

1° *Moyennes générales de la température — Écarts*

Le *tableau I* fournit, pour *Genève*, toutes les valeurs moyennes des températures, de trois en trois heures à partir de 1 h. du matin, puis les *températures moyennes des mois, des saisons et de l'année* (météorologique et civile), moyennes des huit moyennes trihoraires, enfin les *minima* et les *maxima* moyens. Les temperatures des heures de nuit, 1 h. et 4 h. du matin, ont été relevées, comme précédemment, sur les diagrammes du thermographe Richard, grand modèle, qui a bien fonctionné toute l'année.

Le *tableau II* pour *Genève* et le *tableau III* pour le *Grand Saint-Bernard* donnent les valeurs moyennes des températures des différentes périodes pour les trois observations de 7 h. du matin, 1 h. et 9 h. du soir, puis les températures moyennes des mêmes périodes calculées sur les deux formules employées par l'Institut central météorologique suisse : *a)* en prenant la moyenne arithmétique des trois températures moyennes diurnes ; *b)* en attribuant un poids double à l'observation de 9 h. du soir. Ce sont, du reste, ces dernières moyennes qui ont servi pour la comparaison des deux stations. Le tableau III contient en outre les *minima* et les *maxima* moyens pour la station du Grand Saint-Bernard.

[1]) Pour la première fois, cette année, nous supprimons partout le signe + aux températures positives, mais laissons les signes — pour *toutes* les températures négatives. Le signe + ne figure que devant les *écarts positifs*.

IV. Écarts avec les températures normales, 1916.

PÉRIODE	Genève		Grand St-Bernard	Différence entre les deux stations
	Moyenne des 8 obs.	$\frac{7+1+2\times 9}{4}$	$\frac{7+1+2\times 9}{4}$	
	°	°	°	°
Décembre 1915..	+ 5.46	+ 5.44	+ 2.53	+ 2.91
Janvier 1916....	+ 3.03	+ 3.02	+ 3.76	- 0.74
Février.....	+ 1.27	+ 1.17	- 1.10	+ 2.27
Mars.....	+ 0.50	+ 0.47	+ 0.10	+ 0.37
Avril.....	- 0.02	+ 0.17	- 0.40	+ 0.57
Mai.....	+ 0.67	+ 1.03	+ 0.79	+ 0.24
Juin.....	- 2.08	- 1.76	- 1.77	+ 0.01
Juillet.....	- 1.22	- 0.74	- 0.71	- 0.03
Août.....	- 0.20	+ 0.15	+ 0.16	- 0.01
Septembre.....	- 1.93	- 1.79	- 1.40	- 0.39
Octobre.....	- 0.02	- 0.01	+ 0.23	- 0.24
Novembre	+ 0.80	+ 0.72	- 0.34	+ 1.06
Décembre.....	+ 1.72	+ 1.79	- 0.18	+ 1.97
Hiver.....	+ 3.30	+ 3.26	+ 1.79	+ 1.47
Printemps.....	+ 0.39	+ 0.56	+ 0.16	+ 0.40
Été.....	- 1.15	- 0.77	- 0.76	- 0.01
Automne.....	- 0.38	- 0.35	- 0.49	+ 0.14
Année météorol.	+ 0.51	+ 0.65	+ 0.16	+ 0.49
» civile....	+ 0.19	+ 0.34	- 0.07	+ 0.41

Le *tableau IV* donne les *écarts* entre les températures moyennes des différentes périodes et les valeurs normales. Pour *Genève,* il y a deux séries d'écarts, correspondant l'une aux températures du tableau I et l'autre à celles du tableau II calculées sur la deuxième formule. La dernière colonne du tableau IV donne la différence entre les écarts de Genève et ceux du Grand Saint-Bernard, écarts correspondant aux températures calculées d'après cette même formule.

A *Genève,* ce n'est que grâce aux mois d'hiver trop chauds, surtout à décembre 1915 et janvier 1916, que la température moyenne de l'année dépasse la normale et celle de 1915. L'année civile est moins chaude, tout en étant supérieure à la moyenne, parce que décembre 1916 a été un peu moins chaud que décembre 1915. J'ai dit plus haut que de juin à septembre tous les écarts de température étaient négatifs. Il en résulte une année très médiocre au point de vue des récoltes. Le mois relativement le plus chaud a été décembre 1915, le plus froid, juin. Au point de vue absolu, le mois le plus froid a été février,

et le plus chaud, août. L'*amplitude annuelle*, qui se calcule d'ordinaire sur les températures de juillet et de janvier, se détermine, cette année, par les deux mois subséquents : elle est seulement de 14°,84 ; elle devrait être de 18°,9.

Au *Grand Saint-Bernard*, l'année a une température moyenne voisine de la normale : l'hiver est relativement moins chaud qu'à Genève, mais l'été est tout aussi froid. L'amplitude annuelle, qui se calcule aussi sur les températures d'août et de février est de 15°,85, un peu supérieure à la moyenne, contrairement à ce que nous venons de reconnaître pour Genève.

2° *Température de cinq en cinq jours à Genève*

Le *tableau V* fournit les températures moyennes par *pentades* et, comme précédemment, pour l'*année civile* seule, du 1er janvier au 31 décembre 1916. A côté des températures figure l'*écart* avec les températures calculées d'après la formule déduite par Plantamour de l'étude des cinquante années de 1826 à 1875. Lorsque l'écart observé dépasse la limite de l'écart probable calculé et constitue ainsi une *anomalie*, le chiffre de l'écart est mis entre parenthèses dans le tableau.

Sur les 73 pentades de l'année, il y en a 32 qui présentent un écart de température positif et 41 qui présentent un écart négatif. Mais les premières sont plus fortes en général et il en résulte que, dans l'ensemble, l'année civile a une température moyenne supérieure de +0°,19 à la normale. Si l'on se borne aux 33 pentades dont l'écart de température dépasse la limite probable, il y a 19 écarts positifs et 14 écarts négatifs, ce qui confirme la remarque précédente.

Comme on devait s'y attendre, par les écarts du tableau IV, les écarts positifs se rencontrent surtout aux mois de janvier et de février, puis en novembre et à la fin de décembre ; les écarts négatifs aux mois de juin, juillet, puis septembre.

La plus longue période de chaleur relative comprend, en 1916, dix pentades, du 1er janvier au 19 février. Les plus longues périodes de froid relatif comptent sept pentades consécutives et vont du 25 juin au 29 juillet, puis du 29 août au 2 octobre.

La pentade la plus froide, absolument parlant, est la 71e, du

V. Température de 5 en 5 jours. GENÈVE, 1916.

Date		Température moyen.	Différence avec la normale	Date		Température moyen.	Différence avec la normale
		°	°			°	°
1-5	Janvier	6.94	(+7.20)	30-4	Juillet	17.82	-0.46
6-10	id.	4.23	(+4.55)	5-9	id.	16.79	(-1.75)
11-15	id.	1.98	+2.28	10-14	id.	16.95	(-1.78)
16-20	id.	0.22	+0.42	15-19	id.	16.43	(-2.42)
21-25	id.	2.39	(+2.42)	20-24	id.	17.60	-1.30
26-30	id.	2.10	+1.89	25-29	id.	18.64	-0.23
31-4	Février	2.07	+1.56	30-3	Août	21.25	(+2.48)
5-9	id.	4.72	(+3.85)	4-8	id.	17.99	-0.60
10-14	id.	2.02	+0.74	9-13	id.	18.61	+0.26
15-19	id.	6.18	(+4.44)	14-18	id.	17.51	-0.52
20-24	id.	1.03	-1.20	19-23	id.	14.51	(-3.14)
25-1	Mars	1.63	-1.13	24-28	id.	18.57	+1.36
2-6	Mars	2.66	-0.66	29-2	Septemb.	14.53	(-2.17)
7-11	id.	0.31	(-3.59)	3-7	id.	13.98	(-2.15)
12-16	id.	6.28	+1.78	8-12	id.	15.09	-0.43
17-21	id.	8.42	(+3.29)	13-17	id.	11.99	(-2.86)
22-26	id.	7.06	+1.29	18-22	id.	10.65	(-3.48)
27-31	id.	5.98	-0.45	23-27	id.	12.06	-1.31
1-5	Avril	9.37	(+2.27)	28-2	Octobre	12.02	-0.55
6-10	id.	11.47	(+3.68)	3-7	id.	14.39	(+2.65)
11-15	id.	6.98	-1.51	8-12	id.	12.35	(+1.47)
16-20	id.	5.95	(-3.24)	13-17	id.	9.26	-0.74
21-25	id.	8.49	-1.42	18-22	id.	6.03	(-3.08)
26-30	id.	11.46	+0.83	23-27	id.	6.94	-1.27
1-5	Mai	14.16	(+2.81)	28-1	Novemb.	9.97	(+2.65)
6-10	id.	10.69	-1.38	2-6	id.	8.35	(+1.91)
11-15	id.	11.59	-1.19	7-11	id.	7.70	(+2.13)
16-20	id.	16.04	(+2.55)	12-16	id.	6.08	+1.34
21-25	id.	17.58	(+3.41)	17-21	id.	3.59	-0.36
26-30	id.	13.05	-1.78	22-26	id.	2.78	-0.42
31-4	Juin	13.91	-1.55	27-1	Décemb.	1.66	-0.85
5-9	id.	14.29	(-1.77)	2-6	id.	0.99	-0.89
10-14	id.	11.81	(-4.80)	7-11	id.	-0.25	-1.57
15-19	id.	13.88	(-3.23)	12-16	id.	1.84	+1.00
20-24	id.	17.59	+0.03	17-21	id.	-0.56	-1.00
25-29	id.	16.39	-1.57	22-26	id.	6.46	(+6.34)
				27-31	id.	6.90	(+7.01)

VI. Classement des températures diurnes. — GENÈVE, 1916.

Période	Nombre de jours — très froids		froids		tempérés		chauds		très chauds	Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	- 15° à - 10°	- 10° à - 5°	- 5° à 0°	0° à + 5°	+ 5° à + 10°	+ 10° à + 15°	+ 15° à + 20°	+ 20° à + 25°	+ 25° à + 30°		
Décembre 1915	—	—	2	12	7	10	—	—	—	- 3.79 le 15	13.77 le 6
Janvier 1916	—	—	3	23	4	1	—	—	—	- 3.48 le 17	12.20 le 2
Février	—	—	6	18	5	—	—	—	—	- 1.70 le 24	9.70 le 16
Mars	—	—	2	13	16	—	—	—	—	- 1.10 le 8	9.86 le 27
Avril	—	—	—	3	15	12	—	—	—	3.68 le 15	12.88 le 8
Mai	—	—	—	—	2	20	9	—	—	8.19 le 8	18.10 le 22
Juin	—	—	—	—	1	15	12	2	—	9.66 le 4	20.29 le 24
Juillet	—	—	—	—	—	3	24	4	—	12.29 le 5	21.00 le 31
Août	—	—	—	—	—	7	17	7	—	12.63 le 31	22.35 le 3
Septembre	—	—	—	—	2	23	5	—	—	9.23 le 20	15.79 le 3
Octobre	—	—	—	2	13	14	2	—	—	3.15 le 21	16.71 le 5
Novembre	—	—	2	9	18	1	—	—	—	- 0.71 le 17	10.98 le 1
Décembre	—	—	7	16	8	—	—	—	—	- 2.44 le 9	9.35 le 27
Année météorol.	—	—	15	80	83	106	69	13	—	- 3.79 le 15 déc. 1915	22.35 le 3 août
Année civile	—	—	20	84	84	96	69	13	—	- 3.48 le 17 janv. 1916	id.

VII. Classement des températures diurnes. — SAINT-BERNARD, 1916.

Période	Nombre de jours dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	− 25° et − 20	− 20° et − 15	− 15° et − 10	− 10° et − 5	− 5° et 0	0° et + 5	+ 5° et + 10	+ 10° et + 15		
Décembre 1915	—	—	4	12	11	4	—	—	− 14.3° le 14	1.4° le 10
Janvier 1916	—	—	5	8	15	3	—	—	− 14.3 le 14	1.7 le 22
Février	—	—	12	15	2	—	—	—	− 14.7 le 10	− 4.1 le 14
Mars	—	—	6	16	9	—	—	—	− 14.0 le 7	− 1.2 le 19
Avril	—	—	2	7	16	5	—	—	− 12 4 le 16	1.9 le 27
Mai	—	—	—	—	10	15	6	—	− 4.3 le 9	7.6 le 22
Juin	—	—	—	—	7	16	7	—	− 4.1 le 4	7.1 le 30
Juillet	—	—	—	—	—	9	22	—	0.5 le 5	9.8 le 31
Août	—	—	—	—	1	9	18	3	− 2.2 le 31	11.4 le 2
Septembre	—	—	—	—	6	22	2	—	− 4.3 le 20	6.9 le 2
Octobre	—	—	—	6	11	9	5	—	− 7.5 le 27	7.4 le 13
Novembre	—	—	4	11	14	1	—	—	− 12.3 les 18 et 27	1.3 le 12
Décembre	—	—	12	11	8	—	—	—	− 12.3 le 16	− 1.3 le 25
Année météorologique	—	—	33	75	102	93	60	3	−14.7 le 10 févr.	11.4 le 2 août
» civile	—	—	41	74	99	89	60	3	id.	id.

17 au 21 décembre, pendant la neige, avec seulement — 0°,56 et un écart de — 1°,00. Au point de vue relatif, la plus froide est la 33e, du 10 au 14 juin, avec 11°,81 et un écart de — 4°,80.

La pentade la plus chaude au point de vue absolu est la 43e, du 30 juillet au 3 août, avec 21°,25 et un écart de + 2°,48. Ce moment a été le seul vraiment chaud de l'été. Les plus chaudes au point de vue relatif ont été la 1re et la dernière avec 6°,94 et 6°,90 et des écarts de + 7°,20 et + 7°,01.

Les plus forts mouvements de température ont eu lieu : la plus forte hausse en décembre, du 21 au 22, avec + 7°,02 ; la plus forte baisse en février, du 19 au 20, avec — 5°,15.

3° *Moyennes diurnes — Anomalies*

Le *tableau VI* fournit la classification des jours de l'année, à *Genève,* suivant leur température moyenne et conformément à la terminologie introduite par Plantamour. Il n'y a pas eu de jour très froid et il n'y a eu que 15 jours (20 pour l'année civile) à température moyenne au-dessous de zéro. Il n'y a pas eu non plus de jour très chaud, avec température dépassant 25°, pas plus qu'en 1910 et de 1912 à 1916. Le plus chaud dépasse seulement un peu 22°.

Le *tableau VII* fournit une classification analogue pour le *Grand Saint-Bernard.* La série de jours dont la température moyenne diurne reste au-dessous de zéro s'étend, — avec six interruptions, parfois bien accusées durant la période hivernale, en octobre, novembre et décembre 1915, et janvier 1916, — du 28 septembre 1915 au 26 avril 1916. D'autre part, la température moyenne diurne est restée constamment au-dessus de zéro seulement du 15 juin au 30 août.

Il n'y a pas eu de jour vraiment froid durant l'hiver au Grand Saint-Bernard. Les plus froids n'atteignent même pas tout à fait — 15°.

Ces deux tableaux fournissent, en outre, pour chaque mois et pour l'année, les dates des jours les plus froids et les plus chauds. L'écart entre les températures diurnes extrêmes dépasse à peine 26° à Genève comme au Grand Saint-Bernard. C'est sensiblement moins que d'ordinaire.

VIII. Températures extrêmes. GENÈVE, 1916.

PÉRIODE	Minimum absolu	Date	Maximum absolu	Date	Nombre de jours Minimum au-dessous de 0°	Nombre de jours Maximum au-dessous de 0°
	°		°			
Déc. 1915....	- 7.0	le 15	17.6	le 6	9	1
Janvier 1916..	- 6.7	le 16	15.4	le 2	18	1
Février	- 6.8	le 26	13.2	le 16	15	1
Mars	- 6.2	le 8	16.2	le 17	8	—
Avril	- 1.5	le 17	21.8	le 8	1	—
Mai	3.0	le 9	27.7	le 22	—	—
Juin.....	5.0	le 15	28.0	le 23	—	—
Juillet	8.0	le 16	27.6	le 1	—	—
Août	8.0	les 21 et 25	30.0	le 13	—	—
Septembre ...	2.8	le 23	24.8	le 3	—	—
Octobre	0.0	le 23	24.7	le 7	—	—
Novembre....	- 5.2	le 17	15.6	le 1	10	—
Décembre....	- 7.2	le 9	14.0	le 25	20	1
Année mét...	- 7.0	le 15 déc. 1915	30.0	le 13 août	61	3
» civile..	- 7.2	le 9 déc. 1916	id.		72	3

IX. Températures extrêmes. SAINT-BERNARD, 1916.

PÉRIODE	Minimum absolu	Date	Maximum absolu	Date	Nombre de jours Minimum au-dessous de 0°	Nombre de jours Maximum au-dessous de 0°
	°		°			
Déc. 1915....	- 18.6	le 14	4.0	le 11	30	21
Janvier 1916..	- 16.0	le 10	5.3	le 23	31	23
Février	- 17.2	le 9	- 0.4	le 14	29	29
Mars	- 16.5	le 7	2.5	le 19	31	28
Avril	- 15.6	le 16	7.3	le 26	30	17
Mai	- 11.3	le 9	13 3	le 22	20	3
Juin.....	- 5.9	le 4	12.5	le 30	12	1
Juillet	- 1.5	le 16	13.3	le 31	5	—
Août.....	- 2.7	le 31	15.2	le 2	4	—
Septembre....	- 6.1	le 20	10.3	le 2	16	2
Octobre	- 10.9	le 27	11.0	le 13	19	10
Novembre	- 14.8	le 18	4.0	le 12	30	24
Décembre	- 15.8	le 16	2.2	le 30	31	29
Année mét...	- 18 6	le 14 décemb. 1915	15.2	le 2 août	257	158
» civile..	- 17.2	le 9 février 1916	id.		258	166

L'anomalie résultant de ce qu'il fait plus chaud dans la station de montagne que dans celle de la plaine ne s'est pas présentée durant l'année 1916. Un seul jour, le 17 janvier, les températures moyennes ont été les mêmes à Genève et au Grand Saint-Bernard.

4° *Températures extrêmes*

Les *tableaux VIII* et *IX* fournissent, pour les deux stations, les températures extrêmes indiquées par les thermomètres à minimum et à maximum. A *Genève*, le minimum absolu est très peu bas, étant de plus de 6° supérieur au minimum moyen (— 13°,3). Le maximum absolu est aussi inférieur au maximum moyen (32°,5). L'oscillation totale de la température n'est que de 37°, très inférieure à l'oscillation moyenne (45°,8).

Au *Grand Saint-Bernard*, l'oscillation extrême est de 33°,8, très inférieure à ce qu'elle était en 1915.

La dernière *gelée blanche à glace* du printemps à Genève a eu lieu le 17 avril. La première gelée blanche à glace de l'automne a eu lieu le 7 novembre.

X. — Température du Rhône, 1916.

Période	Moyenne	Écarts avec la normale	Minimum	Maximum	Différence entre la température de l'eau et celle de l'air
	°	°	°	°	°
Décembre 1915	6.83	+ 0.22	6.0 27, 30 et 31	8.0 le 11	+ 0.57
Janvier 1916..	5.61	+ 0.50	5.0 le 31	6.5 le 3	+ 2.66
Février	5.34	+ 0.38	4.4 les 25 et 26	5.7 7, 8, 9, 10, 16	+ 2.47
Mars	6.32	+ 0.20	5.0 les 3, 4 et 6	7.8 les 22 et 24	+ 1.22
Avril	8.27	- 0 51	6.8 le 1	10.5 le 29	- 0.68
Mai	12.64	+ 0.95	10.0 les 2 et 9	15.5 le 22	- 1.20
Juin.....	12.59	- 2.75	8.4 le 8	16.2 les 2 et 23	- 2.14
Juillet	17.71	- 0.38	12.2 le 6	20.2 les 27 et 28	+ 0.12
Août	18.50	- 0.15	13.4 le 28	21.6 le 4	+ 0 79
Septembre ..	14.96	- 2.11	11.7 le 20	16.8 le 4	+ 2.23
Octobre	13.08	- 0.89	10.5 les 30 et 31	14.7 le 7	+ 3.23
Novembre. ...	9.98	- 0.35	8.8 le 25	11.0 les 3, 4 et 8	+ 4.63
Décembre ..	7.67	+ 1.06	6.8 les 20 et 21	8.7 les 1 et 2	+ 5.15
Année météor.	11.05	- 0.29	4.4 les 25 et 26 février	21.6 le 4 août	+ 1.19
Année civile .	11.13	- 0.21	id.	id.	+ 1.59

Au *Grand Saint-Bernard*, le petit lac près de l'hospice a été complètement dégelé le 23 juillet; il s'est congelé à nouveau le 25 octobre.

5° *Température du Rhône*

Le *tableau X* fournit les documents habituels sur la température du Rhône prise, comme antérieurement, vers midi, à la sortie du lac sous le pont des Bergues, à une profondeur d'un mètre au-dessous de la surface.

III. Pression atmosphérique

Genève. — Comme je l'ai déjà indiqué dans le résumé de l'année 1903, le baromètre de Fuess n° 1492/57, qui sert de baromètre normal depuis 1902, a été vérifié le 30 janvier 1904, et sa correction, par rapport au baromètre normal de l'Institut météorologique de Zurich, est de $+ 0^{mm},21$. Cette correction a été vérifiée au cours du mois de septembre 1915 et trouvée presqu'identique, de sorte qu'il n'y avait pas lieu de changer la tabelle des corrections. L'altitude du zéro de l'échelle est de $404^{m},96$, la même que pour l'ancien baromètre de Noblet, en admettant $373^{m},60$ pour la cote absolue du repère de la pierre du Niton.

Les six observations diurnes, de 7 h. du matin à 10 h. du soir, se font directement au baromètre de Fuess. Les indications pour les deux observations nocturnes de 1 h. et de 4 h. du matin, ainsi que les valeurs des minima et des maxima, sont relevées sur les diagrammes du barographe à enregistrement continu de Redier.

La moyenne des huit observations trihoraires donne la *moyenne diurne* de la pression atmosphérique. Les *moyennes mensuelles* et *annuelles* sont directement déduites de ces moyennes diurnes.

Grand Saint-Bernard. — Depuis 1904, les trois observations directes diurnes sont faites au nouveau baromètre de Fuess, n° 1570/100,, installé à l'hospice le 5 octobre 1903, à côté de

l'ancien baromètre de Gourdon. La correction de ce baromètre, par rapport au baromètre normal de l'Institut météorologique de Zurich, est de + 0^{mm},75. Son altitude, résultant du nouveau nivellement de précision exécuté en 1906, est de 2475^{m},8. — Les valeurs des minima et des maxima de la pression n'ont plus été relevées sur les diagrammes du barographe horaire de Hottinger, décrit dans le résumé de 1884, mais sur ceux d'un nouveau barographe de Richard, de grandeur moyenne (2^{mm} pour 1^{mm} de mercure) qui a été installé à l'Hospice au mois de novembre 1914.

1° *Moyennes générales — Variation diurne — Écarts*

Le *tableau XI* donne, pour *Genève,* les valeurs moyennes de la pression atmosphérique pour les treize mois, les saisons et l'année, météorologique et civile ; il donne en outre, pour toutes ces périodes, la variation diurne exprimée par les différences entre les moyennes générales et les moyennes des huit observations trihoraires.

Le *tableau XII* fournit les indications analogues pour le *Grand Saint-Bernard*, mais la variation diurne n'est plus exprimée qu'assez incomplètement par la différence entre les moyennes générales et les moyennes des trois observations diurnes.

Le *tableau XIII* donne les résultats de la comparaison entre les moyennes mensuelles et annuelles et les valeurs normales déduites par Plantamour des années de 1836 à 1875 pour Genève et des années de 1841 à 1867 pour le Grand Saint-Bernard.

Cette année, la pression moyenne est voisine de la normale aux deux stations : un peu inférieure à Genève, un peu supérieure au Grand Saint-Bernard pour l'année météorologique. L'hiver 1914-1915 avait présenté des pressions faibles. Cet hiver-ci janvier accuse au contraire une pression très élevée et donne l'écart maximum positif. L'écart maximum négatif est en mars pour l'année météorologique, en décembre 1916 pour l'année civile. Il y a, du reste, comme en 1915, plus d'écarts négatifs que d'écarts positifs aux deux stations.

Le maximum de discordance entre les deux stations, dans le

XI. Pression atmosphérique. — GENÈVE, 1916.

Période	Hauteur moyenne	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1915	724.76	- 0.08	- 0.25	- 0.23	+ 0.34	- 0.37	- 0.28	+ 0.37	+ 0.50
Janvier 1916	735.13	+ 0.09	- 0.03	+ 0.01	+ 0.46	- 0.31	- 0.39	+ 0.01	+ 0.16
Février	724.67	+ 0.74	+ 0.22	+ 0.16	+ 0.31	- 0.38	- 0.70	- 0.33	- 0.02
Mars	718.34	- 0.05	- 0.22	- 0.02	+ 0.22	- 0.30	- 0.45	+ 0.22	+ 0.60
Avril	724.32	+ 0.37	+ 0.20	+ 0.43	+ 0.37	- 0.23	- 0.77	- 0.44	+ 0.07
Mai	725.91	+ 0.14	+ 0.02	+ 0.28	+ 0.33	- 0.22	- 0.55	- 0.39	+ 0.39
Juin	726.09	+ 0.24	+ 0.07	+ 0.30	+ 0.14	- 0.31	- 0.55	- 0.23	+ 0.34
Juillet	727.31	+ 0.20	- 0.03	+ 0.23	+ 0.18	- 0.21	- 0.40	- 0.35	+ 0.38
Août	727.08	+ 0.19	+ 0.13	+ 0.29	+ 0.41	- 0.14	- 0.53	- 0.46	+ 0.11
Septembre	726.58	+ 0.16	- 0.14	+ 0.06	+ 0.35	- 0.16	- 0.47	- 0.04	+ 0.24
Octobre	729.14	+ 0.09	- 0.08	+ 0.30	+ 0.53	- 0.31	- 0.60	- 0.20	+ 0.27
Novembre	724.92	+ 0.05	- 0.09	+ 0.05	+ 0.49	- 0.22	- 0.42	+ 0.01	+ 0.13
Décembre	721.02	+ 0.34	+ 0.14	- 0.04	+ 0.23	- 0.67	- 0.59	+ 0.01	+ 0.58
Hiver	728.26	+ 0.25	- 0.03	- 0.03	+ 0.36	- 0.35	- 0.45	+ 0.03	+ 0.22
Printemps	722.84	+ 0.15	- 0.01	+ 0.23	+ 0.31	- 0.25	- 0.59	- 0.20	+ 0.36
Été	726.83	+ 0.21	+ 0.06	+ 0.27	+ 0.25	- 0.22	- 0.49	- 0.35	+ 0.27
Automne	726.91	+ 0.10	- 0.10	+ 0.13	+ 0.46	- 0.23	- 0.50	- 0.07	+ 0.21
Année météorologique	726.20	+ 0.18	- 0.02	+ 0.15	+ 0.35	- 0.26	- 0.51	- 0.15	+ 0.26
Année civile	725.89	+ 0.21	+ 0.01	+ 0.17	+ 0.33	- 0.29	- 0.53	- 0.18	+ 0.28

XII. Pression atmosphérique. — Saint-Bernard, 1916.

PÉRIODE	Hauteur moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.
	mm.	mm.	mm.	mm.
Décembre 1915	561.88	- 0.22	- 0.19	+ 0.41
Janvier 1916	568.49	- 0.08	- 0.05	+ 0.13
Février	559.11	- 0.07	+ 0.06	+ 0 01
Mars	555.59	- 0.43	- 0.12	+ 0.55
Avril	561.53	- 0.34	- 0.01	+ 0.35
Mai	565.59	- 0.49	+ 0.06	+ 0.43
Juin	565.62	- 0.45	- 0.03	+ 0.48
Juillet	568.39	- 0.36	+ 0.01	+ 0.35
Août	568.45	- 0.34	+ 0.03	+ 0.31
Septembre	565.95	- 0.24	- 0.09	+ 0.33
Octobre	566.90	- 0.30	+ 0.05	+ 0.25
Novembre	561.82	- 0.09	- 0.08	+ 0.17
Décembre	557.36	+ 0.01	- 0.29	+ 0.28
Hiver	563.25	- 0.13	- 0.06	+ 0.19
Printemps	560.90	- 0.42	- 0.03	+ 0.45
Été	567.51	- 0.38	0.00	+ 0.38
Automne	564.91	- 0.21	- 0.04	+ 0.25
Année météorologique	564.14	- 0.28	- 0.03	+ 0.31
Année civile	563.76	- 0 27	- 0.04	+ 0.31

XIII. Pression atmosphérique. — Écarts, 1916.

PÉRIODE	Genève	St-Bernard	Genève—St-Bernard
	mm	mm	mm
Décembre 1915	- 3 20	- 0.44	- 2 76
Janvier 1916	+ 7.76	+ 8.00	- 0.24
Février	- 2.17	- 1.13	- 1.04
Mars	- 6 69	- 4 12	- 2.57
Avril	- 0.45	- 0.10	- 0.35
Mai	+ 0.67	+ 1.75	- 1.08
Juin	- 1.10	- 1.49	+ 0.39
Juillet	- 0.34	- 0.09	- 0.25
Août	- 0 58	+ 0.05	- 0.63
Septembre	- 1.05	- 1.50	+ 0.45
Octobre	+ 2.63	+ 2.30	+ 0.33
Novembre	- 0.93	- 0.21	- 0.72
Décembre	- 6.94	- 4.96	- 1.98
Année météorologique	- 0.44	+ 0.26	- 0.70
Année civile	- 0.75	- 0.12	- 0.63

XIV. Pressions extrêmes. GENÈVE, 1916.

PÉRIODE	Minimum absolu	Date	Maximum absolu	Date	Amplitude
	mm.		mm.		mm.
Décembre 1915 . . .	712.2	le 25	735.4	le 14	23.2
Janvier 1916	724.3	le 13	740.7	les 22 et 23	16.4
Février.	710.9	le 29	736.6	le 13	25.7
Mars.	704.7	le 3	735.2	le 31	30.5
Avril.	711.3	le 22	732.4	le 1	21.1
Mai	712.6	le 5	734.1	le 18	21.5
Juin	718.6	le 19	733.5	le 11	14.9
Juillet	720.7	le 3	732.4	les 5 et 6	11.7
Août	716.4	le 29	733.4	le 3	17.0
Septembre	715.3	le 29	732.3	le 17	17.0
Octobre	716.2	le 25	737.2	le 12	21.0
Novembre	697.8	le 18	737.5	le 24	39.7
Décembre	705.0	le 13	737.0	le 29	32.0
Année météorolog. .	697.8	le 18 novembre	740.7	les 22 et 23 janvier	42.9
Année civile . . .	id.		id.		42.9

XV. Pressions extrêmes. SAINT-BERNARD, 1916.

PÉRIODE	Minimum absolu	Date	Maximum absolu	Date	Amplitude
	mm.		mm.		mm.
Décembre 1915 . . .	552.8	le 25	568.3	le 27	15.5
Janvier 1916	558.0	le 13	574.9	le 22	16.9
Février	549.3	le 9	568.4	le 14	19.1
Mars	544.1	le 3	569.7	le 31	25.6
Avril	552.4	les 19 et 22	569.1	le 1	16.7
Mai	557.5	le 5	574.2	le 18	16.7
Juin	558 2	le 4	571.5	le 30	13.3
Juillet	562.0	le 5	572.8	le 30	10.8
Août	561.4	le 18	575.7	le 2	14.3
Septembre	556.7	le 20	570.9	le 26	14.2
Octobre	554.0	le 21	575.8	le 12	21.8
Novembre	540 8	le 19	572.1	le 24	31.3
Décembre	544.2	le 13	571.0	le 29	26.8
Année météorolog. .	540.8	le 19 novembre	575.8	le 12 octobre	35.0
Année civile	id.		id.		35.0

sens d'une plus forte pression relative à la montagne se rencontre en décembre 1915 et en mars 1916 et, dans le sens d'une plus forte pression à Genève, en septembre.

2° *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique*

Les *tableaux XIV* et *XV* donnent les minima et les maxima absolus pour les treize mois et pour l'année aux deux stations.

A *Genève*, les extrêmes moyens et absolus avaient les valeurs suivantes :

Minimum extrême moyen :	705.05
» » absolu :	700.00 (2 II 1912)
Maximum extrême moyen :	741.03
» » absolu :	748.71 (17 I 1882)

Le mois de novembre a amené un record de basse pression, le 18 à 10 heures du soir : 697^{mm},8, inférieur de 2^{mm},2 au minimum absolu enregistré antérieurement. Mais, au moment où ce résumé se rédige, cette pression si basse n'est plus un record à cause de la pression encore plus basse de 695^{mm},9 observée le 7 mars 1917, au commencement de l'après-midi.

Le minimum absolu est donc très bas en 1916 ; le maximum absolu est un peu inférieur au maximum moyen, mais il n'en résulte pas moins une amplitude annuelle très supérieure à la moyenne.

Au *Grand Saint-Bernard,* le minimum du 19 novembre 1916 n'est pas aussi bas que celui du 28 janvier 1915 et l'amplitude annuelle est un peu inférieure à celle de l'année passée.

IV. Humidité de l'air

La valeur de la *fraction de saturation* est, depuis 1901, appréciée en *pour cent,* et non plus en *millièmes*. Je n'ai conservé l'indication des dixièmes de pour cent que pour la valeur moyenne annuelle à Genève, afin de permettre la comparaison exacte avec le passé.

A *Genève,* la valeur de la fraction de saturation est, pour les six observations faites de jour, déduite des indications des deux

XVI. Fraction de saturation en pour cent. GENÈVE, 1916.

PÉRIODE	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu	Fréquence relat. de la saturation
Décembre 1915...	84	83	84	79	72	74	80	82	80	38	100 9 fois	0.036
Janvier 1916	88	89	89	82	74	75	84	88	84	53	100 15 »	0.060
Février	83	85	84	78	70	69	77	81	78	38	99	0 000
Mars.	84	85	85	75	64	66	76	82	77	25	100 2 »	0.008
Avril	82	85	82	67	57	56	70	77	72	27	99	0.000
Mai.....	83	87	78	64	54	53	63	74	70	23	97	0.000
Juin	81	83	76	62	54	57	62	74	69	33	100 3 »	0.013
Juillet	85	88	81	67	58	60	67	79	73	30	100 1 »	0.004
Août	86	89	82	65	56	54	65	77	72	25	99	0.000
Septembre.....	87	88	88	76	66	65	76	84	79	37	99	0.000
Octobre.....	92	91	92	76	65	69	84	89	82	32	100 9 »	0.036
Novembre.....	85	87	87	80	72	74	81	85	81	47	100 6 »	0.025
Décembre.....	91	91	90	85	78	82	86	89	86	47	100 6 »	0.024
Hiver.	85	86	86	79	72	73	80	84	81	38	100 24 fois	0.033
Printemps.....	83	86	82	69	58	58	70	78	73	23	100 2 »	0.003
Été.	84	87	79	65	56	57	65	77	71	25	100 4 »	0.005
Automne.	88	88	89	77	68	69	80	86	81	32	100 15 »	0.021
Année météorol..	85	87	84	73	63	64	74	81	76.3	23	100 45 fois	0.015
» civile.....	86	87	84	73	64	65	74	82	76.9	23	100 42 »	0.014

XVII. Écarts de l'humidité. GENÈVE. 1916.

PÉRIODE	Fraction de saturation		Fréquence relative de la saturation	
	Moyennes (1849-1875)	Écarts pour 1916	Moyennes 1849-1875	Écarts pour 1916
Décembre 1915	86	- 6	0.147	- 0.111
Janvier 1916	86	- 2	0.145	- 0.085
Février	82	- 4	0.096	- 0.096
Mars	75	+ 2	0.039	- 0.031
Avril	70	+ 2	0.016	- 0.016
Mai	70	0	0.016	- 0 016
Juin	70	- 1	0.010	+ 0.003
Juillet	68	+ 5	0.006	- 0.002
Août	71	+ 1	0.009	- 0 009
Septembre	77	+ 2	0.025	- 0.025
Octobre	83	- 1	0.083	- 0.047
Novembre	83	- 2	0.067	- 0 042
Décembre	86	0	0.147	- 0.123
Hiver	85	- 4	0.130	- 0.097
Printemps	72	+ 1	0.024	- 0.021
Été	69	+ 2	0.008	- 0.003
Automne	81	0	0.058	- 0.037
Année météorolog.	76.8	- 0.5	0.055	- 0.040
» civile	76.8	+ 0.1	0.055	- 0.041

thermomètres du psychromètre ; pour les deux observations de nuit, 1 h. et 4 h. du matin, ses valeurs sont relevées sur les diagrammes de l'hygromètre enregisteur de Richard.

Le *tableau XVI* fournit, pour les huit observations trihoraires, les valeurs moyennes de la fraction de saturation, pour les treize mois, les saisons et l'année ; puis les valeurs de la *fraction de saturation moyenne* pour les mêmes périodes ; enfin les minima et les maxima absolus. Lorsque le maximum correspond à la *saturation* complète, le nombre des cas de saturation est indiqué. Afin de rendre l'évaluation de ces *cas de saturation* comparable avec celle de l'ancien système des observations bihoraires, usité jusqu'en 1883, on a continué à calculer la *fréquence relative de la saturation.*

Le *taleau XVII* donne les *écarts* de la fraction de saturation et de la fréquence de la saturation avec les valeurs normales des « Nouvelles études sur le climat de Genève », de Plantamour.

XVIII. Fraction de saturation en pour cent.
GRAND SAINT-BERNARD, 1916.

PÉRIODE	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Fract. moy.	Min. abs.	Maximum absolu		Fréq. relat. de la satur.
Déc. 1915....	86	84	86	85	18	100	3 fois	0.032
Janvier 1916..	65	66	70	67	17	100	2 »	0.022
Février.....	90	90	91	90	30	100	3 »	0.034
Mars.....	88	85	90	88	25	99		0.000
Avril.....	83	77	89	83	23	100	6 »	0.066
Mai.....	85	73	92	83	31	100	4 »	0.043
Juin.....	82	67	90	80	30	100	12 »	0 133
Juillet.....	84	75	91	83	14	100	7 »	0 075
Août.....	80	73	86	80	21	100	6 »	0.065
Septembre...	80	78	88	82	31	100	10 »	0 111
Octobre.....	78	75	80	78	26	100	10 »	0.108
Novembre...	78	79	82	80	27	100	3 »	0.033
Décembre....	83	83	85	84	27	100	1 »	0.011
Hiver.....	80	80	82	81	17	100	8 fois	0.029
Printemps....	85	78	90	85	23	100	10 »	0.036
Été.....	82	72	89	81	14	100	25 »	0.091
Automne....	79	78	83	80	26	100	23 »	0.084
Année météor.	82	77	86	82	14	100	66 fois	0.060
» civile..	81	77	86	81	14	100	64 »	0.058

La fraction de saturation moyenne annuelle est légèrement inférieure à la normale pour l'année météorologique et à peine supérieure pour l'année civile, à cause de la différence d'humidité des deux mois de décembre de 1915 et de 1916. Les mois les plus humides sont toujours ceux d'hiver et d'automne, mais sans exagération cette année ; ce qui le prouve, c'est que les écarts sont négatifs, sauf pour septembre. Les mois de printemps et d'été, en revanche, sont tous trop humides, sauf juin. L'année médiocre 1916 ressemble en cela à l'année précédente. Le mois le plus sec, absolument parlant, est celui de juin.

Il n'y a pas eu de cas de grande sécheresse de l'air de nouveau cette année. Quant à la saturation complète de l'air, elle a été beaucoup moins fréquente cette année, comme la précédente ; elle reste très au-dessous de la normale, de même qu'avant 1914.

Le *tableau XVIII* fournit le résultat des observations faites au *Grand Saint-Bernard* avec l'hygromètre à cheveu d'Usteri-Reinacher.

De nouveau cette année, la fraction de saturation moyenne annuelle est plus élevée au Grand Saint-Bernard qu'à Genève. Quant à la répartition annuelle de l'humidité relative qui est toujours différente entre la station de plaine et celle de la montagne, elle l'est bien de nouveau cette année, mais, de même qu'en 1915, d'une façon moins accusée que d'ordinaire. Le minimum est bien en janvier, ce qui est normal à la montagne, mais le maximum est en février, tandis qu'on devrait le rencontrer plutôt au printemps ou en été.

Les cas de saturation complète de l'air, comme ceux de grande sécheresse sont rares de même qu'en 1915. Au reste, les fluctuations de l'humidité relative ont été faibles cette année sauf de janvier à mars.

(A suivre).

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

Séance du 7 juin 1917

J. Briquet. Les nacelles paléales, l'organisation de la fleur et du fruit dans le Filago gallica L. — Léon-W. Collet. La présence d'une lame de Mylonite dans la Tour Salière (versant d'Emaney).

J. Briquet. — *Les nacelles paléales, l'organisation de la fleur et du fruit dans le Filago gallica* L.

Dès 1819, Cassini [1] a signalé chez le *Filago gallica* la présence de bractées paléales périphériques « coriaceis, margine membranaceis », renfermant des akènes glabres dépourvus d'aigrette, tandis que les akènes des autres fleurs de la calathide sont papilleux et pourvus d'une aigrette ; l'auteur s'est fondé sur ces caractères pour séparer génériquement le *F. gallica* du genre *Filago* sous le nom de *Logfia*. — L'étude morphologique du *F. gallica* a été reprise avec plus de précision en 1843 par Cosson et Germain [2]. Selon ces botanistes, les bractées paléales extérieures [3] sont épaissies et presque ligneuses à leur base ; elles renferment les akènes *en se soudant vers leurs bords à la face interne* [4], les bords scarieux restant libres et souvent étalés. La loge qui ren-

[1]) Cassini in *Bull. soc. philom.* ann. 1819, p. 143.

[2]) Cosson et Germain, Observations sur les genres Filago Tourn. et Logfia Cassini, et description d'une espèce nouvelle du genre Filago. [*Ann. sc. nat.*, sér. 2, XX p. 291, tab. 13 A (1843)].

[3]) Les bractées paléales extérieures sont appelées « folioles involucrales moyennes » par Cosson et Germain. Nous suivons la terminologie exposée dans une note précédente. [J. Briquet, Le critère distinctif des bractées involucrales et paléales dans la calathide des Composées : *Arch.*, 4me pér., XLIII p. (1917]).

[4]) C'est nous qui soulignons.

ferme l'akène reste percée à son sommet d'une ouverture très étroite par laquelle passe le fleuron. L'akène tombe à la fin avec la bractée qui l'enveloppe. — Ces données ont été reproduites à peu près textuellement par tous les auteurs qui ont suivi. Cependant, elles renferment, ainsi qu'on le verra plus loin, deux erreurs d'observation relatives à la soi-disant soudure des bords de la bractée paléale et à la situation des marges hyalines. D'autre part, la pseudocarpie de ces nacelles, très exactement constatée par Cosson et Germain, est un phénomène si intéressant qu'elle mérite d'être étudiée de plus près dans ses rapports avec l'organisation de la fleur et du fruit.

Les calathides du *F. gallica* sont ovoïdes-pentagonales à bractées disposées suivant le type $^{3}/_{5}$. Les bractées involucrales courtes, et séparées par de très courts entrenœuds sont linéaires-acuminées, uninerviées, à champ neural herbacé, couvert sur le dos de longs poils laineux entrelacés, à marges hyalines confluant en une longue pointe diaphane. Les bractées paléales extérieures, bien plus grandes et plus longues que les précédentes, sont différenciées en *nacelle* et en *rostre*. La *nacelle* atteint à la fin 0,9 mm. de longueur sur 0,4 mm. de profondeur ; elle est régulièrement convexe du côté inférieur, à flancs aplatis, à « pont » rectigne et assez large, parcouru dans toute sa longueur par un faible sillon médian. Un peu au delà de l'extrémité proximale de la nacelle, le « pont » est pourvu de deux marges hyalines assez larges, qui se prolongent sur toute sa longueur et se continuent dans le *rostre*. Ce dernier est redressé, rectiligne, formant un angle obtus avec le « pont » de la nacelle, et atteint env. 2 mm. de longueur ; sa région médiane est occupée par un faisceau libéro-ligneux plongé dans le chlorenchyme mésophyllien. Le champ neural est linéaire-lancéolé ou subulé, tandis que les marges hyalines se rejoignent au-delà du sommet du champ neural pour former une languette apicale diaphane obtuse. Les marges hyalines tant de la nacelle que du rostre sont dépourvues de mésophylle, à cellules épidermiques allongées, effilées en pointe et disposées en files parallèles.

La nacelle comporte, comme on sait, des parois fortement indurées et, d'autre part, l'épiderme extérieur porte d'abondants et longs poils flagelliformes enchevêtrés qui rendent difficiles l'intelligence de l'organisation de la nacelle. C'est sans doute pour ces motifs que Cosson et Germain ont décrit et figuré la nacelle comme un corps à bords internes *soudés*, et comme si les marges scariuses bordaient le « pont » parallèlement au sillon médian et *extérieurement* à ce dernier. Mais l'anatomie montre un état de fait bien différent. Le pourtour de la nacelle, en section transversale, est limité par un triangle sphérique, comportant d'ailleurs des ondulations secondaires plus faibles sur les côtés. Le côté supérieur, celui

du « pont », est plus aplati et plus large que les deux autres flanquant la carène obtuse-arrondie. Le sillon médian du « pont », difficile à voir de l'extérieur, se révèle comme une fente qui traverse de part en part toute l'épaisseur du « pont ». En d'autres termes, *les bords de la bractée paléale naviforme sont simplement rapprochés étroitement et serrés l'un contre l'autre, de façon à ponter la nacelle, mais ils ne sont nullement soudés. C'est sur ces bords que sont insérées les bandes marginales hyalines :* sur des coupes transversales, elles se présentent d'abord redressées, puis plus ou moins étalées. L'épiderme extérieur de la nacelle est formé d'éléments parallélipipédiques, allongés dans le sens de l'axe de la bractée, assez volumineux, à parois extérieures convexes et épaisses. L'épiderme intérieur est au contraire microcytique et cristallifère ; il est dépourvu de poils. *Au sillon, les deux épidermes sont séparés l'un de l'autre par la lame épidermique de la bande hyaline,* à laquelle on passe brusquement. Tout l'espace compris entre les deux épidermes est occupé par des stéréides typiques, allongées dans le sens de l'axe de la nacelle, à parois lignifiées et très fortement sclérifiées. L'épaisseur de ce stéréome mésophyllien est rendue inégale par les ondulations des flancs et du pont de la nacelle ; en outre, elle atteint son maximum aux deux bords extérieurs du pont, tandis que son minimum d'épaisseur est réalisé le long de la carène et au niveau du sillon du pont. Un faisceau libéro-ligneux occupe la carène, mais il est assez difficile à mettre en évidence lors de l'entier développement de la nacelle, écrasé qu'il est par la masse de stéréome environnante.

La cavité de la nacelle possède en section transversale un pourtour à peu près circulaire ; elle aboutit, à l'extrémité distale de la nacelle, à un petit orifice circulaire par lequel passe la corolle. L'ovaire est ovoïde, comprimé, allongé et un peu incurvé, épousant la ligne convexe de la carène nacellaire, rétréci à l'extrémité. La corolle filiforme, longue d'env. 1,4 mm. n'est engagée dans la nacelle que par l'extrémité proximale du tube ; elle est appuyée sur la plus grande partie de sa longueur contre la rostre qui l'enveloppe du côté extérieur. Le tube est irrégulièrement fendu à son sommet en 3-4 lobules portant extérieurement quelques trichomes bisériés, allongés, à extrémité obtuse. Nous n'avons jamais vu de corolles ♀ tronquées au sommet comme en figurent Cosson et Germain. Les parois du tube ont une structure extraordinairement délicate : elles ne comportent que les deux épidermes et une assise mésophyllienne hyaline. *Il n'y a pas trace de faisceaux libéro-ligneux.* — Le style remplit entièrement le tube corollin. Au régime basilaire court et très grêle succède un épéregme tronqué à la base, affectant la forme d'une demi-toupie, à éléments nettement sclérifiés. Les deux faisceaux libéro-ligneux, séparés par le

tissu conducteur, sont visibles sur toute la longueur du style. A la sortie du tube, celui-ci se divise en deux branches longues d'env. 0,8 mm., un peu aplaties du côté intérieur, pouvues extérieurement et vers l'extrémité de papilles obtuses inclinées en avant et peu saillantes.

A la fin de l'anthèse, la fleur se détache suivant le processus habituel : faible sclérification des éléments basilaires du tube corollin ; le style se rompt sous l'épiregme.

En revanche, l'akène reste enfermé dans la cavité de la nacelle et tombe avec la bractée, détachée seulement à la fin de la période végétative de la saison. Ce fait biologique est en relation avec diverses particularités dans la structure du péricarpe. Ce dernier est extrêmement mince, à épicarpe microcytique lisse, à mésocarpe parenchymateux épais de 1-2 assises de cellules, à endocarpe le plus souvent détruit à la maturité. Il n'y a qu'un faisceau libéro-ligneux grêle, postérieur, qui parcourt le péricarpe dans toute sa longueur jusquà la base du style. L'embryon est volumineux, à plan de symétrie perpendiculaire au plan de symétrie de la fleur, à cotylédons orientés d'avant en arrière.

Aux cinq fleurs ♀ extérieures, succèdent 5-8 fleurs ☿, dont les périphériques sont situées à l'aisselle de bractées paléales non pseudocarpiques. Ces bractées ont un champ neural uninervié herbacé un peu concave, bordé de marges hyalines qui se rejoignent au sommet pour former une languette obtuse et diaphane. Les différences que les fleurs ☿ présentent par rapport aux fleurs ♀ peuvent être brièvement résumées comme suit. — La corolle possède un tube long d'env. 2,2 mm., de calibre plus fort que dans les fleurs ♀, mais assez égal, un peu élargi à la base, au niveau de l'épiregme stylaire, insensiblement et très faiblement élargi au sommet. Les cellules épidermiques sont caractérisées par des parois radiales beaucoup plus fortement épaissies que les internes et les externes. Ces dernières étant un peu concaves, il en résulte pour l'ensemble du tissu une apparence pseudo-papilleuse caractéristique, et qui se retrouve d'ailleurs chez d'autres espèces du genre *Filago*. Il y a cinq faisceaux libéro-ligneux normaux. Les 5 lobes corollins ogivaux atteignent à peine 0,7 mm. ; ils portent extérieurement quelques trichomes bisériés comme dans les fleurs ♀, et sont quelque peu papilleux intérieurement sous le sommet. Les étamines ont des anthères linéaires longues d'env. 0,7 mm. (appendices compris), à appendices terminaux longs d'env. 0,2 mm. arrondis-tronqués, à appendices basilaires filiformes collés d'une étamine à l'autre par leur bord extérieur, faiblement dissociés en trichomes sur leur bord intérieur et à l'extrémité, aussi longs que l'anthéropode ; ce dernier est plus grêle que le corps du filet, graduellement rétréci de la base vers le sommet. Le style est

construit comme dans la fleur ♀, mais à branches longues de 0,4 mm. pourvues extérieurement de poils balayeurs claviformes volumineux, abondants et inclinés en avant. — Les akènes sont ovoïdes, comprimés par les côtés, mesurant env. 0,5 × 0,2 mm. de surface. La base rétrécie est pourvue d'un vagin saillant, formé par un anneau de grosses cellules scléreuses, à parois radiales fortement ponctuées. L'épicarpe est couvert de poils de Nobbe mucilagineux, appartenant au type court décrit par M. Hanausek, signalé par nous dans divers genres de Gnaphalinées et de Filaginées, et non pas de papilles comme l'indiquent les auteurs. Le mésocarpe est parenchymateux, plus épais que dans les akènes des fleurs ♀, et comporte 5 faisceaux libéro-ligneux, dont l'impair postérieur plus volumineux. L'embryon est disposé comme dans les fleurs ♀. L'aigrette, longue d'env. 2 mm., est relativement oligochète dans les fleurs périphériques, plus polychète dans les fleurs du centre. Les soies portent à la base des trichomes courts, étalés, les plus inférieurs arrondis au sommet, les suivants subaigus. Ces trichomes passent graduellement à des éléments plus courts, plus aigus, plus écartés, inclinés en avant, qui constituent les denticules de la soie. Celle-ci est terminée par 2 à 3 cellules un peu plus volumineuses, dissociées au sommet mais d'ailleurs de même forme. L'aigrette est extraordinairement caduque. La rupture s'effectue suivant le processus ordinaire, immédiatement au-dessous de l'assise la plus inférieure de la soie, à parois inférieures épaissies. Les poils étalés fonctionnent comme poils de liaison, ce qui entraine la chute de l'aigrette par paquets de soies.

La pseudocarpie des bractées paléales extérieures implique le *transfert des fonctions du péricarpe aux nacelles de ces bractées*. La répercussion de ce transfert de fonctions sur l'organisation de la fleur ♀ et de son fruit peut être résumée comme suit : *diminution d'épaisseur du péricarpe, suppression des poils de Nobbe mucilagineux (appareil de fixation de l'akène aux particules du sol), réduction des faisceaux libéro-ligneux dans le mésocarpe à 1 seul, forme incurvée du fruit, disparition de l'aigrette, disparition de l'appareil libéro-ligneux de la corolle.*

Toutes ces modifications sont concomitantes et sont des conséquences de la pseudocarpie des nacelles paléales. Suffisent-elles à motiver la création, pour le *Filago gallica*, du genre *Logfia ? Nous ne le pensons pas.* On a comparé la pseudocarpie du *F. gallica* à celle des *Micropus*. Nous ne pouvons entrer ici dans l'exposé détaillé de la pseudocarpie dans ce dernier genre, où elle présente des caractères encore plus marqués. Mais il convient de dire que les *Micropus* se présentent comme un groupe isolé du genre *Filago*, à l'époque actuelle, par l'ensemble de leurs caractères. Au contraire, *le Filago gallica se rattache etroitement par l'en-*

semble de son organisation et par son port aux autres espèces du genre Filago. Bien plus, l'espèce la plus voisine, *F. minima* Fries, possède des bractées paléales extérieures carénées, ce qui établit une transition aux nacelles paléales du *F. gallica*. Cette transition est rendue encore plus évidente par le fait que la fleur située à l'aisselle de cette bractée carénée comporte aussi des akènes glabres.

M. Léon W. Collet fait une communication *sur la présence d'une lame de Mylonite dans la Tour Salière (versant d'Emaney).*

M. Maurice Lugeon (1) a attiré l'attention, en 1912, sur le fait que « la nappe de Morcles, la plus basse de la série des nappes helvétiques, s'est avancée vers le Nord sur une lame de Mylonite qui semble former une unité techtonique indépendante ». En 1914, ce savant a publié dans deux notes (2) les conclusions que lui imposait cette découverte.

M. Collet fait remarquer qu'à la suite de la découverte de M. Lugeon il fallait s'attendre à retrouver le même fait sur la rive gauche du Rhône, dans le massif Dents du Midi-Tour Salière. C'est ainsi qu'en 1915 M. F. de Loys (3) signala la présence de la Mylonite au Col des Dardeux (2570 m.) sur le versant Nord de la Cime de l'Est des Dents du Midi.

Dès 1915, M. Collet a repris l'étude du massif Dents du Midi-Tour Salière à la lumière des dernières découvertes pour corriger ses publications (4) de 1904 et 1910. Il signale la présence de Mylonite, accompagnée de calcaires du Trias, entre la nappe et et l'autochtone à la Tour Salière sur le versant d'Emaney. L'affleurement de Mylonite n'a pas plus de 5 m. de longueur et 0.6 m. d'épaisseur tandis que les calcaires à platine jaune du Trias ont jusqu'à 2 m. d'épaisseur. Sur l'arête du Col d'Emaney si la Mylonite manque, par contre le contact mécanique entre le Nummulitique renversé de la nappe et le Flypsch est très marqué.

M. Collet reviendra sur la question de la provenance de la Mylonite ainsi que sur certains points de la géologie de la région.

1) Sur la tectonique de la nappe de Morcles et ses conséquences. *C. R. Acad. des Sc.* t. 155 p. 623, séance du 30 sept. 1912.

2) Sur l'ampleur de la nappe de Morcles. Ibid. t. 158 p. 2029, séance du 29 juin 1914.

Sur l'entraînement des terrains autochtones en dessous de la nappe de Morcles. Ibid. t. 159 p. 192. Séance du 13 juillet 1914.

3) Sur la présence de la Mylonite dans le massif de la Dent du Midi. *Eclogæ geol. Helvet.* Vol. XIV p. 36, 1916.

4) Etude géologique de la chaîne Tour Salière-Pic de Tanneverge. Mat. Carte geol. de la Suisse. Nouv. sér. XIX liv. Berne 1904.

Les Hautes-Alpes calcaires entre Arve et Rhône. Mem. Soc. de Phy. et d'Hist. nat. de Genève. Vol. 36, fasc. 4. Genève 1910.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

F. Kehrmann. — Quelques notices concernant les colorants aziniques. *(D. chem. Ges*, t. 50 (1917) p. 554 à 563 ; Lausanne. Laboratoire de chimie organique de l'Université).

L'auteur a préparé en collaboration avec Speitel la *phényl-aposafranine* par une nouvelle méthode consistant à éliminer le groupe amino, par le procédé connu, de la pseudo-mauvéine qui est une monophényl-phénosafranine ; les auteurs ont étudié l'action de l'aniline sur le produit ainsi obtenu.

La constitution du *dérivé anilidé de l'amino - 2 - flavinduline* a fait l'objet de recherches faites avec la collaboration de M. Weilenmann, ce qui a amené une nouvelle confirmation de la formule admise jusqu'à présent et proposée autrefois par l'auteur et Stossel ; une nouvelle synthèse en a été opérée par condensation de la phénanthrène-quinone avec la dianilino - 4 - 6 - m - phenylène-diamine.

Enfin dans une notice intitulée : *quelques observations sur les indamines* l'auteur indique la préparation et décrit quelques nouvelles indamines et azines, étudiées avec la collaboration de de M. Poplawski ; ces indamines avaient été préparées dans le but d'examiner si l'introduction de groupes arylèniques dans l'amino améliorerait les propriétés tinctoriales, spécialement au point de vue de la solidité à la lumière et aux acides, ce qui du reste ne s'est pas réalisé.

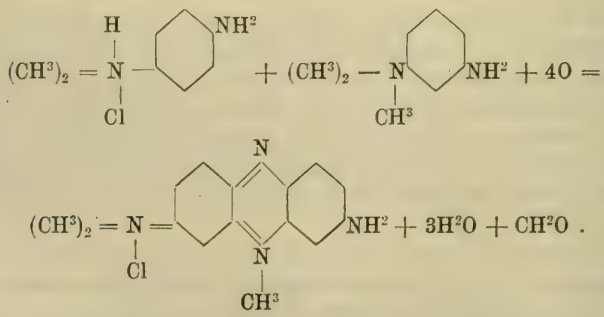
F. Kehrmann. — Colorants du groupe du bleu méthylène. Sur l'action ménagée des amines grasses sur les sels de phenazthionium. *(Ber. de D. chem. Ges.*, t. 49 (1916) p. 2831 à 2838 ; laboratoire de chimie organique de l'Université de Lausanne).

L'auteur donne dans ce mémoire la suite des recherches qu'il a entreprises sur les colorants du groupe du Bleu méthylène et qu'il a poursuivies avec la collaboration de MM. Robert et Sandoz. On savait que les amines grasses, en particulier la diméthylamine, réagissent sur le perbromure de phenazthionium avec formation

de colorants du groupe du Bleu méthylène, soit de thionines alcoylées. En opérant dans des conditions déterminées, c'est-à-dire en modérant l'action des amines grasses, on parvient à n'introduire dans la molécule qu'un seul résidu de l'amine. Ce sont ces composés principalement, ainsi que ceux qui se forment accessoirement, qui sont envisagés dans le mémoire signalé où il est plus spécialement question de l'action de l'ammoniaque, de la diméthylamine et de la diéthylamine sur le perbromure de phénazthionium. On trouve dans une tabelle les courbes des spectres d'absorption obtenus avec ces composés, dont l'étude est importante pour la caractérisation des combinaisons étudiées.

F. Kehrmann et G. Falconnier. — Sur la tétraméthyldiaminophénazine. *(Ber, d. D. ch. Ges.*, t. 50 (1917) p. 421 ; Laboratoire de chimie organique de l'Université. Lausanne).

La tetraméthyldiaminophénazine que Karrer avait cru obtenir par oxydation d'un mélange de diméthyl-p-phénylènediamine et de diméthyl-m-phénylènediamine et qui a été reconnue comme ne correspondant pas en réalité à cette combinaison, pouvait être en revanche une sorte de safranine. Les auteurs, d'accord avec K., ont examiné à ce point de vue la réaction qui lui donne naissance et ont trouvé que l'oxydation mentionnée conduit en effet à une safranine et que les propriétés de la combinaison obtenue concordent bien avec cette manière de voir. Elle se formerait en vertu de l'équation suivante :



Entre temps Karrer a du reste préparé la véritable tétraméthyldiamidophénazine douée d'autres propriétés.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE JUILLET 1917

Le 1, orage à l'W à 4 h. du soir, arc-en-ciel à 5 h. 30, pluie de 7 h. à 8 h. du matin et de 5 h. à 6 h. du soir.

2, brise du lac dans la matinée, pluie de 6 h. 15 à 7 h. 30 du soir, orage au SW à 7 h. 45 du soir.

3, brise du lac de 10 h. du matin à 7 h. du soir.

4, orage à l'W à 1 h. 15, au SE et au N à 8 h. 30 du soir, forte pluie à 2 h. 05 du soir, orage et pluie dans la nuit.

7, brise du lac dans la matinée, orage au SE à 5 h. 10, au SW à 8 h. 50 et à l'E à 10 h. du soir ; pluie à 5 h. 10, à 10 du soir et dans la nuit.

8, pluie de 9 h. 15 à 11 du matin, de 3 h. 50 à 8 h., à 10 h. du soir et dans la nuit, orage à l'E à 4 h. 40 du soir.

9, orage au SW à 1 h. 50, pluie de 4 h. à 5 h. du soir et dans la nuit.

10, pluie à 10 h. du matin, à 3 h. 15, à 4 h. 50 et à 6 h. du soir.

les 11 et 12, forte rosée le matin.

le 14, brise du lac de 9 h. du matin à 7 h. du soir, éclairs, pluie et fort vent dans la nuit.

15, orage et pluie dans la nuit.

16, orage au S à 8 h. 10 du matin et à 4 h. 45, du soir, pluie de 7 h. 30 à 9 h. 10, de 10 h. 15 à midi et de 5 h. à 7 h. du soir.

17, petite pluie dans la nuit.

22, forte bise toute la journée.

26, orage à l'W à 10 h. 40 du matin.

27, brise du lac de 1 h. à 4 h. du soir.

29, orage à l'W à 8 h. 40 du soir, pluie de 9 h. 25 à 10 h. du soir et dans la nuit.

30, pluie de 7 h. à 9 h., de 10 h. 15 à 11 h. 30 du matin, de 6 h. 10 à 10 h. du soir et dans la nuit ; orage au S à 5 h. du soir, arc-en-ciel à 7 h. 15.

31, pluie de 7 h. du matin à 3 h. du soir.

GENEVE — JUILLET 1917

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm										h.	mm.	
1	25.5	25.3	26.2	25.58	− 1.78	25.1	26.9	N. 1	NNE. 1	NNE. 1	var. 0	2.2	9	8	9	7	7.7	13.7	2
2	26 5	25.8	27 6	26.44	− 0.95	25.7	27.9	SSW. 1	NNE. 1	NNW. 1	NNE. 1	2.1	9	2	9	7	6.2	0.8	1
3	29.1	29.3	30.5	29.25	+ 1.84	27.9	31.2	SW. 1	NNE. 1	NW. 1	NNE 1	3.2	8	9	0	6	5.4	....	....
4	31.4	29.9	30.3	30.66	+ 3.22	29.8	31.5	SSW. 1	SSW. 1	NW. 1	var.	2.4	0	9	9	5	9.0	11.8	2
5	29.9	29.9	30.5	30.11	+ 2.65	29.2	30.6	E. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	2.8	9	9	9	9	5.4	....	....
6	29.5	28.5	27.9	28.70	+ 1.21	27.4	30.5	NNE. 1	NNE 1	NNE 1	NNE 1	4 4	9	1	8	2	10.5	....	....
7	27.2	25.9	25.0	26.08	− 1.43	23.4	27.7	SE 1	NNE. 1	SW. 1	SW. 1	4.5	5	0	10	6	9.2	5.3	3
8	24.1	24.5	25.4	24.53	− 3.01	23.7	26.0	SE. 1	SSE. 1	SSW. 1	SSE. 1	4.6	9	9	10	9	2.1	16.7	10
9	25.0	25.7	27.1	25.83	− 1 73	24.9	27.3	SW 1	SSW. 2	SSE. 1	SSW 1	7.6	9	8	10	8	3.8	6.7	5
10	25.9	25.5	28.6	26 72	− 0.86	25.4	29.4	SSE. 1	SSW. 1	SE. 1	SSW. 1	6.3	8	9	10	8	1.9	0.3	1
11	31.2	31.8	33.2	31.55	+ 3.95	29.4	33.4	SE. 1	NNE. 2	NNW. 1	NNW. 1	9.5	0	1	0	0	13.6	....	....
12	33.7	33.5	33.2	**33.41**	**+ 5.78**	32.8	**33.9**	SSE. 1	NNE. 1	NE 1	NNE. 1	8.0	0	0	0	0	**14.4**	....	....
13	33.7	32 5	31.9	32.76	+ 5.11	31.5	33.7	SSE. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	5.8	0	0	0	0	**14.4**	....	....
14	32.0	30.4	28.6	30.60	+ 2.93	27.8	32.2	NNE. 1	NNE 1	NNE. 1	NNE. 1	5.0	0	8	0	3	12.9	0.9	2
15	29.1	30.1	30.1	29.74	+ 2 05	28.0	30.6	W. 1	SSW. 2	N. 1	SSW. 1	8.0	0	7	8	5	10.6	7.5	3
16	29.8	28.9	29.5	29.37	+ 1.66	28 7	30.6	NW. 1	SW 1	S. 1	var.	2.4	9	9	5	8	1.4	5.7	6
17	29.3	29.0	30.4	29.43	+ 1.76	28.7	31.2	NNE. 1	SSW. 1	SW. 1	W. 1	3.8	8	2	0	4	10.5	0.3	1
18	31.4	30.7	30.9	30.96	+ 3 22	29.9	31.5	SE. 1	SSW. 1	SW. 1	SW. 1	4.6	8	1	2	3	11.5	....	....
19	31.3	30.4	30.7	30 78	+ 3.02	30.0	31.3	NE. 1	W. 1	NE. 1	SSW 1	6.3	0	0	0	0	14.3	....	....
20	30.7	29.6	29.4	29.97	+ 2.19	28.6	31.2	E. 1	W. 1	NNE. 1	var.	2.8	1	1	1	1	12.4	....	....
21	29.9	29.3	29.6	29.48	+ 1.69	28.5	29.9	SW. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	6.5	1	1	3	2	12.0	....	....
22	29.9	29.3	30.0	29.62	+ 1.81	28.7	30.4	NE 2	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	**17.3**	1	0	0	0	14 2	....	....
23	30 8	30.5	30.7	30.51	+ 2.69	29.8	31.4	E. 1	NNE. 2	NE 1	NNW 1	9.9	0	0	0	0	**14.4**	....	....
24	32.0	30.7	30.6	31.02	+ 3.18	29.9	32.1	SSW. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE 1	5.6	0	0	0	0	14.2	....	....
25	30.7	29.5	29.4	29.81	+ 1.96	28.5	30.8	SE. 1	NNE 1	NW. 1	var.	3.5	0	0	1	1	13.7	....	....
26	29.8	29 0	29.3	29.29	+ 1.43	28.7	29.9	SW. 1	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 1	7 8	2	7	0	2	11.1	....	....
27	30.5	29.7	29.5	29.72	+ 1.85	28.9	30.6	E. 1	NNE. 1	NE. 1	NE. 1	4.7	0	0	0	0	14.2	....	....
28	30.8	29 1	28 5	29.32	+ 1.43	27.9	30.8	SE. 1	SW. 1	SE. 1	SW. 1	4.6	0	0	0	0	14.1	....	....
29	27.2	25.9	24.7	26.02	− 1.88	23.9	28.4	E. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	7.5	1	2	8	3	11.2	21.3	5
30	23.6	22.6	23.5	23.21	− 4 70	21.2	24.7	NNW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	6.0	9	6	10	9	2.7	11.5	**13**
31	20.5	20.9	24.7	**22.16**	**− 5.76**	**20.2**	25.1	SW. 1	SW. 1	SSE. 1	SW. 1	7.0	10	10	9	9	1.3	**1.70**	8
Mois	29.10	28.51	28.96	28.79	+ 1.14							5.70	4.1	3.9	4.2	3.8	300 3	119.5	62

Jour du mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm
1	15.0	22.3	16.8	17.66	- 0.56	13.5	24.2	91	60	84	79	+10	53	95	—	—	1555
2	16.3	21.8	15.9	18.01	- 0.27	14.5	22.8	89	58	97	80	+11	54	**99**	19.3	+ 2.3	1545
3	17.1	21.0	19.4	18.72	+ 0.38	15.0	23.2	90	71	78	80	+11	60	98	20.0	+ 2.9	1550
4	18.5	26.8	18.5	19.61	+ 1.21	13.8	28.2	81	42	77	73	+ 6	40	91	20.3	+ 3.1	1535
5	13.6	18.4	16.6	16.61	- 1.84	12.5	21.8	92	62	75	75	+ 4	56	94	18.1	+ 0.9	1510
6	15.2	20.0	17.9	17.59	- 0.91	14.5	22.2	78	63	77	72	+ 6	55	84	19.1	+ 1.8	1555
7	15.3	21.8	19.0	18.23	- 0.31	11.5	25.6	82	67	82	76	+ 2	58	91	19.1	+ 1.7	1515
8	18.5	19.6	15.4	17.18	- 1.41	14.5	21.8	86	77	92	85	+17	63	94	—	—	1555
9	15.2	18.0	12.4	14.84	- 3.79	11.8	18.4	85	63	86	78	+10	57	94	12.7	- 4.9	1550
10	13.7	19.6	13.3	14.54	- 4.13	10.7	21.2	80	63	87	80	+12	58	95	8.0	- 9.6	1605
11	13.8	17.0	13.3	14.71	- 3.99	10.0	19.0	86	52	70	72	+ 4	50	98	8.5	- 9.2	1605
12	12.6	19.0	16.0	15.25	- 3.48	**7.5**	21.4	75	56	72	69	+ 1	47	91	14.2	- 3.6	1605
13	14.8	20.0	18.1	16.49	- 2.27	9.0	22.0	78	57	80	74	+ 6	50	92	18.1	+ 0.3	1580
14	16.4	22.1	20.6	18.69	- 0.10	11.5	25.1	78	65	82	77	+ 9	61	94	18.2	+ 0.3	1570
15	20.6	25.0	21.1	22.29	+ 3.48	16.8	27.4	66	54	72	62	- 6	44	88	—	—	1475
16	18.6	21.1	17.4	18.52	- 0.31	16.0	21.8	91	83	94	88	+20	76	96	16.5	- 1.5	1505
17	16.5	24.8	19.5	19.94	+ 1.09	13.3	26.6	90	57	76	75	+ 7	47	98	18.3	+ 0.2	1550
18	19.5	25.6	21.1	21.79	+ 2.92	16.2	27.9	85	54	75	69	+ 1	51	88	18.3	+ 0.2	1515
19	20.2	28.2	22.0	22.84	+ 3.96	15.3	29.8	79	39	71	67	- 1	36	98	18.2	0.0	1515
20	20.6	26.8	21.0	22.19	+ 3.30	16.5	28.8	74	42	64	65	- 3	40	86	16.3	- 2.0	1520
21	19.7	23.1	19.6	20.40	+ 1.51	16.5	24.0	77	59	70	70	+ 2	57	88	19.5	+ 1.2	1520
22	17.4	23.0	18.9	19.48	+ 0.58	14.5	24.5	72	59	63	65	- 3	45	80	—	—	1545
23	15.0	21.8	18.7	18.01	- 0.89	12.7	24.0	71	59	68	65	- 3	51	78	20.4	+ 2.0	1540
24	16.4	22.2	20.6	18.76	- 0.13	11.0	25.0	77	55	64	67	- 1	44	92	20.6	+ 2.1	1530
25	17.0	23.6	20.8	19.81	+ 0.92	11.8	28.5	77	54	65	65	- 3	35	92	21.0	+ 2.5	1520
26	17.6	21.4	18.8	19.30	+ 0.42	15.3	23.8	81	64	76	73	+ 5	56	90	21.3	+ 2.8	1520
27	17.4	23.0	19.8	19.58	+ 0.71	12.0	26.0	78	59	71	69	+ 1	49	90	21.3	+ 2.7	1495
28	18.8	30.4	23.3	23.08	+ 4.23	13.5	**32.3**	72	24	56	**58**	**-10**	**23**	88	21.2	+ 2.6	1480
29	20.2	31.3	23.1	**23.91**	**+ 5.07**	16.0	32.2	70	39	64	61	- 7	36	90	—	—	1475
30	17.4	22.8	15.5	18.85	+ 0.03	14.8	24.3	84	69	87	80	+12	59	91	18.2	- 0.5	1505
31	14.4	15.0	14.1	**14.50**	**- 4.29**	12.8	16.5	97	95	82	**90**	**+22**	70	98	17.6	- 1.1	1515
Mois	16.90	22.47	18.34	18.75	- 0.06	13.40	24.49	81	59	76	73	+ 5			17.86	-0.23	1534

MOYENNES DE GENÈVE — JUILLET 1917

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	27.56	27.13	27.41	27.37	27.03	27.03	27.42	28.15	27.39
2e »	31.04	30.95	31.22	31.20	30.69	30.34	30.47	30.92	30.86
3e »	28.72	28.55	28.71	28.40	27.86	27.38	27.63	28.33	28.20
Mois	29.09	28.87	29.10	28.97	28.51	28.22	28.48	29.11	28.79

Température

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	14.49	13.93	15.84	18.61	20.93	20.57	17.89	16.13	17.30
2e »	15.40	14.28	17.42	20.99	22.96	23.56	21.23	18.32	19.27
3e »	16.01	14.72	17.39	20.68	23.42	24.24	21.83	18.56	19.61
Mois	15.32	14.32	16.90	20.11	22.47	22.84	20.36	17.70	18.75

Fraction de saturation en %

1re décade	87	89	85	73	63	63	77	85	78
2e »	87	86	80	66	56	55	67	77	72
3e »	82	87	78	67	58	51	61	72	69
Mois	85	87	81	69	59	56	68	78	73

Dans ce mois l'air a été calme 48 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{84}{51} = 1.65$

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

	mm
Pression atmosphérique.....	28.86
Nébulosité	4.1
Température $\frac{7+1+9}{3}$..	19.24
Température $\frac{7+1+2\times9}{4}$..	19.01
Fraction de saturation.....	72 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

	mm
Press. atmosphér.. (1836-1875).	27.65
Nébulosité.. ..... (1847-1875).	4.4
Hauteur de pluie.. (1826-1875).	70.8
Nombre de jours de pluie. (id.).	9
Température moyenne ... (id.).	18°.81
Fraction de saturat. (1849-1875).	68 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBESY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	92.5	66.2	75.6	97.7	87.5	88.8	97.2

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	127.8	119.5	100.2	?	108.6	83.9

Pluie à Jussy en juin : 34mm0.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE JUILLET 1917

Les 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 21 et 30 brouillard une partie de la journée.
5, 9, et 31 neige.
4, 5 et 11 forte bise.
7 et 30 vent fort.
Le 8, dégel complet du lac.

GRAND SAINT-BERNARD — JUILLET 1917

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm									mm	cm
1	65.5	66.2	66.9	66.2	- 1.7	65.2	67.1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	9	10	10	10	0.4	....
2	66.6	67 5	68.1	67 4	- 0.5	66.4	68.5	NE. 0	NE. 0	NE. 1	calme.	4	10	2	5	10.6	...
3	68.9	70.1	71.7	70.2	+ 2.2	68.5	71.8	NE. 0	NE. 1	NE. 0	calme.	10	8	10	9	....	....
4	71.7	71.7	71.2	71.5	+ 3.5	70.5	71.8	NE. 0	NE 3	NE. 1	NE 1	2	8	3	4	4.4	....
5	68.7	67 8	68.7	68.4	+ 0.3	68.5	70.5	NE. 0	NE. 4	NE. 4	NE. 3	10	10	10	10	34 8	....
6	68.1	69 0	69.5	68.9	+ 0 8	68 0	69.7	NE. 0	SW. 1	SW. 0	calme.	0	2	0	1	....	...
7	69.0	69.0	68.7	69.9	+ 1.7	67.8	69.1	SW. 2	SW. 3	SW. 2	SW 2	10	4	3	6	9 9	....
8	66.0	65 4	66 0	65.8	- 2.4	65.2	67.8	SW. 1	SW. 0	NE. 0	calme.	10	8	10	9	16.5	....
9	64.6	64.0	65.0	64.5	- 3.8	63.8	65.7	NE. 1	NE 1	NE. 2	NE. 1	10	10	10	10	6.6	**3**
10	64.3	64.5	66.0	64.9	- 3.4	63 9	66.7	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	4	10	10	8	1.8	....
11	67.8	69.2	70 6	69.2	+ 0.9	66.7	70.7	NE. 1	NE. 3	NE. 1	NE. 1	10	5	10	8	....	....
12	70.6	71.6	72.4	71.5	+ 3.1	70.4	72.8	NE. 1	NE. 0	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	...	....
13	73.0	73.1	74.2	73.4	+ 5.0	72 8	74.4	NE. 0	NE. 1	NE. 0	calme.	0	0	0	0	....	....
14	74.1	74.4	74.2	**74.2**	+ **5.7**	74.0	**74.6**	NE. 0	NE 1	SW. 1	var.	1	2	0	1	0.4	....
15	73.0	72.9	72.4	72.8	+ 4.3	72.0	73.8	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	8	5	1	5	3.7	....
16	71.8	71.0	70 8	71.2	+ 2.7	70.5	72.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	0.1	....
17	70.1	70.7	71.8	70.9	+ 2.3	70.0	72.0	SW. 1	NE. 0	NE. 1	var.	3	6	5	5	...	....
18	71.8	72.3	73.8	72.6	+ 4.0	71.6	74.0	NE. 0	NE 1	NE 0	calme.	5	3	0	3	...	....
19	73.1	73 7	73.8	73.5	+ 4.9	72 9	73.9	NE. 0	SW. 1	NE. 0	calme.	0	0	0	0	....	....
20	71.7	71.6	71.6	71.6	+ 2.9	70.9	72.9	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	3	2	10	5	...	....
21	70.3	70.5	70.7	70.5	+ 1.8	70.1	71.1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	10	6	10	9	...	....
22	69.8	69 8	70 9	70.2	+ 1.5	69.6	71.0	NE. 1	NE 1	NE. 1	NE. 1	1	2	1	1	....	....
23	70.7	71.4	71.0	71.0	+ 2.3	70.5	71.6	SW. 1	NE. 2	NE. 0	var.	2	2	0	1	....	....
24	71.0	71.6	72.3	71.6	+ 2 8	70.8	72.4	NE. 0	NE. 0	NE. 0	calme	1	1	0	1	....	....
25	72.4	72.3	71.3	72.0	+ 3.2	70.7	72.4	NE. 0	NE. 0	NE. 1	calme.	0	0	1	0	0.4	...
26	69.8	69.8	70.6	70.1	+ 1.3	69.6	71.0	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	10	4	0	5	....	....
27	71.2	71.8	72.8	71.9	+ 3.1	71.0	73.0	NE. 0	NE. 0	SW. 1	calme.	0	1	0	0	...	....
28	73.2	73.1	73.2	73.2	+ 4.4	73.0	73.3	NE. 0	NE 0	NE. 0	calme.	0	2	0	1	....	....
29	71.6	70.5	69.9	70.7	+ 1.9	69 1	72.8	SW. 1	NE. 1	SW. 1	SW. 1	0	10	10	7	17.0	...
30	66.7	65.5	64.7	65.6	- 3.3	64.0	69.1	SW. 1	SW. 3	SW. 4	SW. 3	10	10	10	10	20.5	....
31	62 3	62.2	65.2	**63.2**	- **5.7**	**62.1**	65.7	SW. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	9	8	9	**35,5**	
Mois	69 66	69.81	70.32	69.93	+ 1.45							4 9	5.2	4.6	4.9	162.6	3

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	2.0	5.8	4.6	4.1	- 1.3	1.0	8.0	95	80	98	91	74	99
2	4.0	5.8	3.6	4.5	- 1.0	3.5	6.2	96	79	98	91	74	100
3	3.8	8.2	6.0	6.0	+ 0.5	3.4	8.8	98	80	96	91	76	100
4	6.4	11.2	5.3	7.6	+ 2.0	4.8	12.0	75	55	90	73	52	97
5	2.3	0.8	0.4	1.2	- 4.4	0.0	5.0	95	99	99	**98**	78	100
6	3.6	9.6	7.2	6.8	+ 1.1	1.6	11.5	78	64	80	74	59	100
7	5.2	9.8	6.2	7.1	+ 1.4	4.8	10.2	99	75	99	91	71	100
8	4.6	4.5	3.3	4.1	- 1.7	3.0	6.0	98	88	95	94	84	99
9	2.4	1.5	- 1.0	1.0	- 4.8	- 1.4	3.8	96	95	98	96	87	99
10	0.2	2.4	0.8	1.1	- 4.8	- **1.7**	3.0	85	98	99	94	78	100
11	- 0.8	3.6	0.0	**0.9**	- **5.0**	- 1.0	3.7	98	53	98	83	41	99
12	0.6	6.8	4.0	3.8	- 2.2	0.4	7.8	68	75	90	78	53	94
13	4.1	11.5	8.8	8.1	+ 2.1	3.8	12.8	70	44	62	59	38	92
14	10.0	15.0	12.8	12.6	+ 6.5	8.6	**17.4**	43	45	46	**45**	40	78
15	9.8	14.8	11.4	12.0	+ 5.9	9.6	15.2	82	60	60	67	50	91
16	7.2	11.0	7.3	8.5	+ 2.4	7.0	11.7	77	66	76	73	57	85
17	6.6	10.9	7.0	8.2	+ 2.0	5.5	11.6	78	78	98	84	68	99
18	6.6	12.1	9.3	9.3	+ 3.1	5.5	12.7	77	68	90	78	63	96
19	10.0	14.8	14.6	13.1	+ 6.9	8.8	15.6	60	42	90	64	**23**	96
20	7.0	13.0	8.6	9.5	+ 3.2	6.0	14.1	80	72	97	83	67	98
21	6.4	12.3	6.8	8.5	+ 2.2	6.1	12.5	96	75	99	90	66	100
22	5.4	11.3	7.2	8.0	+ 1.7	5.0	11.7	84	66	90	80	60	93
23	6.1	12.1	7.8	8.7	+ 2.4	4.0	12.4	86	64	90	80	60	94
24	7.8	13.0	7.3	9.3	+ 3.0	6.5	15.7	85	64	85	78	45	90
25	7.4	13.6	7.2	9.4	+ 3.0	6.0	14.2	60	60	95	72	42	98
26	5.6	9.2	5.2	6.7	+ 0.3	5.0	10.0	99	78	95	91	70	100
27	6.3	13.9	10.0	10.1	+ 3.7	4.0	14.5	70	53	80	67	40	88
28	8.3	16.3	14.8	**13.1**	+ **6.7**	7.5	17.0	75	58	58	64	32	84
29	16.0	12.5	8.1	12.2	+ 5.8	7.5	16.2	75	80	91	82	53	95
30	6.8	5.4	4.3	5.5	- 0.9	3.5	8.2	82	98	97	92	76	99
31	1.1	2.4	2.4	2.0	- 4.4	0.8	3.8	97	93	90	93	86	99
Mois	5.57	9.52	6.49	7.19	+ 1.03	4.16	10.85	82	71	88	80		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD — JUILLET 1917

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500^{mm} + **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	67.34	67.52	68.18	67.68	91	81	95	89
2e »	71.70	72.05	72.56	72.10	73	60	81	71
3e »	69.91	69.86	70.24	70.00	83	72	88	81
Mois	69.66	69.81	70.32	69.93	82	71	88	80

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	3.45	5.96	3.64	4.35	4.17
2e »	6.11	11 35	8.38	8.61	8.55
3e »	7.02	11.09	7.37	8.49	8.21
Mois	5.57	9.52	6.49	7.19	7.02

Dans ce mois l'air a été calme 323 fois sur 1000

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{55}{33} = 1.67$

Pluie et neige dans le Val d'Entremont

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
Eau en millimètres.....	103.9	105.3	125.0	162.6
Neige en centimètres....	0	0	0	3

Extrait du jugement de la Ire Chambre d'appel du Tribunal supérieur du canton de Zurich, du 28 février 1917

MM. Rascher & Cie ont, dans leur catalogue de librairie de fin 1915, fait, à l'insu de M. F. Schmid, l'annonce erronée suivante : « Schmid, Dr. Das Zodiakallicht (preisgekrönt von der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft) Fr. 1.20 ». Trad. : Dr Schmid, La lumière zodiacale (couronné par la Société helvétique des Sciences naturelles). Et, sous ce titre, ils ont mis en vente la publication que M. Schmid avait fait paraître chez eux en 1903 avec le titre : « Das Zodiakallicht. Ein Versuch zur Lösung der Zodiakallichtfrage, von F. Schmid ». Trad. : « La lumière zodiacale. Un essai de solution de la question de la lumière zodiacale, par F. Schmid ». Or cette publication n'avait pas été couronnée par la Société helvétique des Sciences naturelles. Le travail primé par cette Société est un autre travail de M. Schmid, intitulé « Neue Beobachtungen über die Natur des Zodiakallichtes » Trad. : « Nouvelles observations relatives à la nature de la lumière zodiacale » (Voir *Acten der Schweiz. Naturforschenden Gesellchaft* pro 1914, I Teil, p. 90-99).

Or ce travail n'est pas encore imprimé. Un extrait en a paru dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles* de Genève (Bibliothèque universelle) t. XXXIX, p. 149-166 et 237-246, sous le titre : « Nouvelles observations sur la nature de la lumière zodiacale, par F. Schmid ».

A noter encore que le qualificatif « Dr » placé après le nom de M. Schmid est injustifié et erroné et a figuré dans l'annonce de MM. Rascher & Cie à l'insu de M. Schmid.

L'HYPOTHÈSE DE L'EXISTENCE

D'UN

TROISIÈME CORPS SIMPLE RADIOACTIF

DANS LA PLÉIADE URANIUM

PAR

A. PICCARD

Dans cette note, je me propose de formuler une hypothèse sur l'existence d'un corps simple inconnu jusqu'ici et de démontrer que cette hypothèse explique plusieurs énigmes, sans cependant introduire de nouvelles contradictions.

Actuellement on connaît deux corps simples qui dans le système périodique occupent la place nommée uranium ; ce sont les deux isotopes U_I et U_{II} appartenant à la famille radioactive bien étudiée du radium.

Je propose d'admettre un troisième élément dans cette pléiade, qu'on pourrait nommer Actinuranium (Ac U) et dont les caractères principaux seraient les suivants :

1. Ac U n'appartient pas à la famille Uranium-Radium, mais il est à la tête de la famille de l'actinium.

2. Il n'est produit par aucun corps simple existant actuellement sur la terre; sa durée de vie est donc très longue, ce qui le met sur le même pied que U_I et le thorium.

3. Son poids atomique est supérieur à celui de U_I, donc plus grand que tous les poids atomiques connus.

4. L'atome Ac U, en émettant un rayon α, se transforme en un corps décrit jusqu'ici sous le nom de UY, qui par transformations successives engendre les corps de la famille Actinium.

Cette hypothèse, tout en n'ayant rien d'invraisemblable, évite plusieurs contradictions que la théorie des familles radioactives n'avait pu éliminer jusqu'ici, comme nous allons le faire voir.

1. Le poids d'un atome doit diminuer de 4 unités chaque fois qu'il émet un rayon α. Ainsi le radium, dont le p. a. a été déterminé à 226,0 produit, après l'émission de 5 rayons α, le Ra G qui, dans le minerai d'uranium, se trouve en quantité suffisante pour permettre la détermination exacte de son poids atomique, qui a été trouvé par Hönigschmid égal à 206,0. Si par contre on remonte du Ra 226,0 au U_I en additionnant 12 unités correspondant aux 3 rayons α, on trouve 238,0.

Or, toutes les déterminations du poids atomique de l'uranium ont donné des valeurs supérieures à 238,0. (Les plus récentes déterminations de Hönigschmid et Horovitz ont donné $238,159 \pm 0,023$ pour l'uranium des minerais purs de Morogoro ; l'uranium de la Pechblende avait donné 238,175).

Par contre cette contradiction disparaît, si l'on admet pour U_I le nombre 238,0 et pour Ac U un nombre quelconque supérieur, par exemple 240. Tout l'uranium qu'on trouve dans la nature serait alors un mélange des trois corps simples isotopes : U_I, U_{II} et Ac U, dont U_{II} avec son p. a. 234,0 n'intervient pas dans l'analyse, parce que sa quantité est très petite par rapport à U_I (0,4 ‰). L'analyse donne une valeur moyenne entre $U_I = 238,0$ et Ac U $\sim$ 240 qui se rapproche du nombre 238 parce que U_I est en excès sur Ac U.

2. UY, d'après tout ce qu'on savait, devait dériver par transformation α soit de U_I soit de U_{II} ; mais ces corps produisent, aussi par transformations α, UX_1 et Jonium. Il était cependant incompréhensible et sans analogie avec toutes les autres transformations connues, qu'un atome puisse se transformer de deux façons différentes en émattent un rayon α.

Par contre on voit disparaître cette contradiction en attribuant la paternité de UY à un atome d'une autre famille, c'est-à-dire au Ac U.

3. On admettait jusqu'ici que la famille de l'actinium dérivait de celle de l'uranium, spécialement de UY. Cette supposition

avait sa raison d'être dans le fait que l'actinium se décompose beaucoup trop vite pour pouvoir être à la tête d'une famille et que l'actinium accompagne l'uranium dans tous les minerais, tandis qu'il ne se trouve pas dans les minerais du thorium. La dérivation de l'actinium de l'uranium s'imposait donc, aussi longtemps qu'on n'admettait pas d'autre corps simple radioactif à grande période outre le U_I et le Thorium.

Mais pour deux autres raisons cette parenté n'était pas facile à admettre : la première c'est que la série du Rd Ac jusqu'au Ac E présente beaucoup d'analogie avec la série du Jo au Ra D, celle entre autres que les éléments correspondants sont isotopes. Il fallait donc admettre, ou bien que les deux séries dérivent du U_I par le même nombre de transformations α et β, ou bien que le nombre de transformations de la série de l'actinium soit plus grande d'au moins une transformation α et deux transformations β. Dans le premier cas on ne voit pas pourquoi il n'y a pas identité entre les deux séries et dans le second cas il faudrait admettre que 4 corps ont échappé à l'observation. Ni l'une ni l'autre de ces suppositions n'est plausible.

La seconde raison qui fait douter de la parenté des familles du radium et de l'actinium, c'est la relation trouvée par Geiger et Nuttall entre la constante de décomposition λ et le parcours R des rayons α :

$$\log \lambda = A + B \log R$$

Les valeurs de A et B de cette relation paraissent être constantes pour les corps d'une même famille, alors que d'une famille à l'autre elles diffèrent très sensiblement. Spécialement pour la famille de l'actinium les valeurs de A et B diffèrent de celles de la famille du radium, ce qui indique bien que la famille de l'actinium est indépendante de celle du radium.

Ces contradictions disparaissent si l'on fait dériver la famille actinium d'un corps AcU au lieu de U_I.

Pour terminer je tiens encore à faire remarquer une lacune dans nos connaissances actuelles : c'est le passage de UY au actinium. UY émet un rayonnement β, il produit donc un corps isotope au brévium. Ce corps pourrait, par un rayonnement α, engendrer l'actinium. Mais ni cet isotope du brevium, ni

son rayonnement α n'ont pu être mis en évidence. (Cela suggère la possibilité d'un autre passage de Ac U au actinium. On pourrait par exemple admettre que Ac U ne rayonne pas ; il y aurait alors une transformation du genre β produisant un corps nouveau se rangeant, dans le système périodique, à la place vide qui suit l'uranium. De cette place deux transformations α conduisent à l'actinium sans passer par le UY.)

Quoi qu'il en soit, il me paraît très probable que la famille de l'actinium dérive en dernière ligne d'un corps inconnu Ac U isotope avec uranium.

ÉTUDE AGROLOGIQUE

SUR PLUSIEURS

COMPOSÉS FERTILISANTS OU ANTICRYPTOGAMIQUES

EMPLOYÉS EN AGRICULTURE

PAR

Bogumil de WILKOSZEWSKI
Ingénieur-chimiste

Introduction [1]

Les préoccupations des agronomes dirigées dans le sens d'augmenter la production de la terre arable, d'un côté, et d'autre part, de restreindre les dépenses pour sa culture au strict nécessaire, ont eu pour conséquence le développement d'une branche de la chimie : la chimie du sol.

Parmi les éléments constitutifs de la plante, il y en a qui prédominent, comme : le carbone, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, le silicium, le phosphore, le calcium, etc. ; d'autres qui s'y trouvent en doses très faibles, comme par exemple, le fer, le manganèse, le cuivre, etc.

Depuis Théodore de Saussure à Genève, Bousingault, Schlœsing en France et Liebig en Allemagne, une foule de chimistes et d'agronomes dans tous les pays se sont mis à la recherche des substances minérales ou organiques, qui peuvent fournir aux plantes la nutrition qui leur est nécessaire pour leurs synthèses. A part la fumure de la terre par le fumier de ferme, depuis longtemps connue comme améliorant la fertilité du sol,

[1]) Ce travail a été effectué sur le conseil et sous la direction de M. le prof. A. Monnier, dans le Laboratoire cantonal de Chimie agricole à Châtelaine, près Genève.

on a commencé à employer différents produits inorganiques et organiques, naturels et artificiels.

Le problème plus difficile, dont on s'occupe depuis plus d'un demi-siècle, et qui est encore aujourd'hui d'une actualité de grande importance, est celui du rôle que jouent dans la nutrition des plantes les éléments qui sont représentés dans les végétaux en doses minimes.

Déjà, les Romains connaissaient les bons effets du fer sur la végétation et se servaient en guise d'engrais de certaines terres riches en oxydes de fer, qui sont encore employées actuellement en Italie, sous le nom de « terra rossa ».

En 1840, Eusèbe Gris a remarqué que le sulfate de fer fait disparaître la chlorose ; de plus cet auteur signale l'action anti-cryptogamique de ce sel, quoique, dit-il, moins efficace que le sulfate de cuivre.

En effet, l'état pathologique des plantes, connu sous le nom de chlorose, est le plus souvent provoqué par le manque de fer assimilable ([1]).

Quoiqu'il n'entre pas dans la composition de la chlorophylle, sa présence dans les solutions nutritives est néanmoins indispensable à sa formation. Aussi le fer n'entre-t-il dans la composition de la plante qu'en quantités très faibles.

MM. Déherain, Grandeau, Muntz et Girard, en étudiant l'influence des sels de fer sur le développement des végétaux, ont remarqué que leurs effets. s'ils ne sont pas nuisibles aux plantes, sont en tous cas peu marqués ou nuls.

Tandis que d'autres expérimentateurs, comme M. Griffith en Angleterre, et M. Margueritte-Delacharlonny en France, ont obtenu de fortes augmentations des récoltes sur des cultures diverses.

D'après les études, faites à Genève depuis plusieurs années par MM. les professeurs R. Chodat et A. Monnier et leurs collaborateurs, MM. Déléano et Léon Kuczynski, les effets de certains sels de fer étaient positifs ; dans d'autres cas, ces effets étaient nuls ou négatifs.

Pour élucider cette question, non par hypothèses, mais autant

[1]) Voir la bibliographie à la fin du mémoire.

que possible expérimentablement du point de vue chimique, M. Léon Kuczynski, en collaboration avec le prof. A. Monnier, avant de faire une étude sur des cultures, a exécuté quelques essais agrologiques avec le ferrocyanure de potassium, le chlorure ferrique et le sulfate ferreux.

En versant une solution de ferrocyanure de potassium sur une couche de terre calcaire, il a remarqué que le ferrocyanure était oxydé en ferricyanure et ensuite retenu par la terre.

Quand il a opéré avec une solution de chlorure ferrique, le fer fut retenu totalement; la couche superficielle s'est colorée en rouge-brun, probablement par hydrate ferrique formé, la limite de la couche colorée se dessinant nettement. Tandis que dans les eaux de drainage. on a trouvé abondamment le chlorure de calcium.

Avec le sulfate ferreux, la couche superficielle de la terre s'est aussi colorée en rouge-brun, mais la ligne de démarcation n'a pas été nette.

Les essais que j'ai entrepris ne sont que la continuation de ceux faits par M. Kuczynski et font comprendre, comme nous le verrons plus loin, pourquoi avec le chlorure ferrique, la limite où le fer fut retenu était nette, tandis qu'avec le sulfate ferreux l'absorption n'était pas si brusque.

C'est que dans le premier cas, le seul phénomène d'hydrolyse suffit pour que le fer soit retenu sous forme d'hydrate ou, peut-être, sous forme d'un carbonate basique, après la double décomposition survenue entre le chlorure ferrique et le carbonate de chaux.

Dans le second cas, il y a deux phénomènes qui doivent intervenir : l'hydrolyse et l'oxydation, ce qui nécessite naturellement plus de temps, et le fer peut s'infiltrer plus profondément.

En ce qui concerne les mauvais effets produits sur les plantes, dans certains cas, par l'emploi des solutions de chlorure ferrique, il est certain que c'est le chlorure de calcium formé qui est très nuisible aux végétaux par ses propriétés caustiques.

En général, il ne faut jamais dépasser la quantité optima des sels de fer, qui est d'habitude très voisine de la quantité maxima utile; cette limite dépassée, le stimulant devient nuisible à la plante.

Tels sont les faits acquis par des études agrologiques et culturales sur les sels de fer.

En ce qui concerne l'emploi de manganèse dans l'agriculture, c'est au Congrès international de Berlin, en 1903, que M. Gabriel Bertrand a fait connaître les bons effets du manganèse comme agent fertilisateur du sol.

Des expériences de laboratoire, faites par Lœw, Aso, etc., sur les solutions nutritives ont déjà fait ressortir l'influence favorable du manganèse introduit dans les milieux de culture.

D'après les analyses de Leclerc, publiées en 1872, toutes les terres arables renferment une proportion notable de manganèse.

Mais, par des essais culturaux, M. G. Bertrand a constaté que l'addition même de quelque dose minime de ce métal, par exemple 1,6 gr. de Mn par mètre carré, sous forme de sulfate de manganèse, a produit des résultats très nets en faveur de l'emploi de ses sels. Ce qui signifie que le manganèse préexistant dans le sol est inaccessible ou peu utilisable aux plantes.

Depuis, on a fait beaucoup d'expériences sous la direction de M. Bertrand et, ailleurs, sur l'action favorable du manganèse sur le développement des bactéries et des cultures.

M. G. Bertrand le propose comme un engrais *catalytique,* en se basant sur le fait que la quantité de manganèse retrouvée dans les cendres des plantes n'est pas proportionnelle à la quantité de ce métal enfoui dans le milieu de culture.

Perotti, en 1906, a rangé le manganèse parmi les éléments les plus favorables aux cultures en pots, augmentant le poids des récoltes, et a remarqué le phénomène très intéressant que *la richesse des plantes en azote en a été sensiblement élevée.*

Ce phénomène peut jeter quelque lumière sur le problème capital pour lequel de grands efforts sont dirigés actuellement : le problème de fournir à la terre de l'azote sous une forme assimilable.

M. d'Ippolito a obtenu dernièrement des résultats remarquablement avantageux avec la luzerne et le froment, en employant le carbonate de manganèse. Il exprime l'opinion que le « manganèse permet une utilisation plus active des éléments fertilisants du sol. »

Skinner et Sullivan supposent que l'action du manganèse consiste, dans certains cas, en ce qu'il *facilite et accélère les oxydations,* en se basant sur les expériences de MM. Bertrand et Sazerac, d'après lesquelles le Mycoderma aceti de Pasteur oxydait plus rapidement l'alcool pour le transformer en acide acétique, dans un milieu additionné d'une petite quantité de manganèse, que dans le milieu exempt de ce métal.

D'autres expériences ont été encore faites par M. Bertrand sur l'hydroquinone, le pyrogallol, le paramidophénol et la résine de gaïac, dans lesquelles l'auteur a remarqué que les sels manganeux ont la propriété de fixer l'oxygène libre sur ces composés.

Quant à l'étude purement agrologique, je n'en connais qu'une sur l'absorbtion des sels de mangnèse par différents éléments constitutifs du sol, faite par M. Nottin, dans laquelle il a constaté que :

1° le sable silicieux n'a aucune action ;

2° le calcaire insolubilise le manganèse et le remplace en solution ;

3° l'humus ne joue aucun rôle dans la fixation du manganèse ;

4° une argile naturelle prise à l'état de terre glaise absorbe nettement le manganèse.

Ces expériences ont été faites dans des fioles dans lesquelles on a laissé une solution de sel de manganèse en contact avec différentes terres.

Or, l'étude que j'ai entreprise diffère essentiellement, car, dans mes essais de laboratoire, je me suis proposé, sur les conseils de M. le prof. A. Monnier, d'imiter autant que possible les traitements employés dans la pratique. J'ai fait tous mes essais dans des allonges en verre contenant une couche de terre — dont le dispositif détaillé est décrit plus bas — les solutions pouvant s'infiltrer, comme cela se passe dans la nature, à travers les granules de terre ; le liquide de drainage fut recueilli par un petit orifice pratiqué au fond du tube.

Les études sur les sels de cuivre ont été faites jusqu'à présent surtout sur leur rôle fongicide et anticryptogamique et sur les méthodes de préparation des bouillies cupriques.

La question la plus importante, depuis une vingtaine d'an-

nées et surtout maintenant à l'ordre du jour, est la fourniture de l'azote au règne végétal.

Les mines de salpêtre du Chili, d'où l'on retire la plus grande partie des engrais azotés, sous forme de nitrate, peuvent être épuisées dans un avenir pas très lointain ; le prix de cet engrais s'élève progressivement. Les préoccupations humaines se sont donc dirigées vers les procédés nouveaux, pouvant fournir aux plantes de l'azote provenant de la source inépuisable de l'air.

Les progrès accomplis dans le domaine de l'électrochimie ont permis d'arriver à fixer l'azote de l'air sous l'influence des décharges électriques (procédés de Birkeland et Eyde, Schönherr, Siemens et Halske, A. de Montlaur, Moscicki et prof. de Kowalski, prof. Ph.-A. et Ch.-E. Guye).

On est aussi arrivé à fixer l'azote par voie chimique (procédé de Franck et Caro), en utilisant industriellement la propriété déjà connue du carbure de calcium qui, à une température élevée, absorbe l'azote de l'air et se transforme en un autre composé chimique défini CN_2Ca, la cyanamide calcique.

La cyanamide occupe déjà une place importante dans les usages agricoles et, surtout depuis le commencement de la guerre actuelle, l'industrie de la cyanamide calcique a augmenté sa production, le trafic du salpêtre du Chili étant plus difficile et plus coûteux.

Dès qu'il fut possible de la fabriquer industriellement, plusieurs travaux furent exécutés sur son rôle comme engrais.

Wagner, Franck, Immendorf et autres l'ont étudiée en Allemagne au point de vue chimique et cultural ; les mêmes recherches ont été faites par Perotti, Ashby, etc.

Certains de ces auteurs ont vanté les bons effets du nouvel engrais ; d'autres, comme Immendorf, ont signalé la mauvaise influence de la cyanamide sur les végétaux, due probablement à la formation de la dicyandiamide, produit de polymérisation qui prend naissance quand on enfouit la cyanamide dans la terre ou quand on la laisse à l'air humide.

En effet, la présence de la dicyandiamide fut reconnue nocive à la végétation par MM. Muntz, Nottin, Brioux ; les bords des feuilles s'enroulent et deviennent comme grillées, les plantes

cessent de se développer, même en pleine végétation, se rabougrissent et parfois périssent.

En quoi donc consiste le bon effet que doit produire un engrais azoté ?

La plante puise le plus facilement l'azote sous forme de nitrates ou aussi sous forme de sels d'ammoniaque.

Il faut donc que les engrais azotés, pour être utiles, puissent facilement subir des transformations en ces deux composés susmentionnés.

MM. Muntz et Nottin ont étudié spécialement la nitrification de la cyanamide enfouie dans la terre, et ont constaté qu'elle se transforme facilement et, d'après M. Brioux, totalement en dérivés ammoniacaux et nitrés, à condition qu'elle soit en très faible dose dans la terre *vivante,* par exemple 150 kg. de cyanamide par hectare.

Si on en met des quantités fortes à la fois, la nitrification est ralentie et, même, on constate parfois une dénitrification ; on suppose que la cyanamide employée en forte dose paralyse, surtout au commencement, l'action des bactéries nitrifiantes ; il se peut aussi que la cyanamide elle-même joue le rôle de la substance dénitrifiante.

D'autres auteurs supposent qu'en cas d'excès de cyanamide, les fortes doses de dicyandiamide formées stérilisent la terre et tuent facilement les bactéries nitrifiantes.

M. Brioux a étudié spécialement les transformations que peut subir la cyanamide calcique ; en la laissant à l'air humide, elle absorbe le gaz carbonique de l'air, devient plus compacte et il y a une formation d'ammoniaque qui se dégage, mais la perte est toujours très faible ; la perte la plus forte qui ait été constatée était de 8,5 % en azote, la cyanamide restant exposée du 29 septembre 1908 au 16 mai 1909 sous un hangar fermé de trois côtés seulement.

Mais, en l'étalant en couche mince à l'air humide et surtout en contact avec la terre, l'altération est plus profonde et la déperdition d'azote sous forme d'ammoniaque peut s'élever, d'après les essais du Dr Wagner, jusqu'à 69 %.

Ajoutons toutefois que l'ammoniaque formée ne se perd pas par dégagement dans l'atmosphère, si la cyanamide se trouve

dans la terre, celle-ci retenant toute l'ammoniaque par son pouvoir absorbant.

Dans les essais sur la cyanamide calcique que j'ai entrepris, j'ai opéré non sur le produit tel quel, enfoui dans une terre, mais comme dans d'autres de mes essais, j'ai étudié les transformations subies par la cyanamide *en solution pendant son passage à travers une couche de terre.*

Dans mes expériences, j'ai constaté que la transformation en carbonate d'ammoniaque est beaucoup plus rapide et plus grande que ne le disent les auteurs sus-mentionnés.

Et, en outre, j'ai constaté que la transformation en sels ammoniacaux et la nitrification ne sont pas dues seulement à l'action des bactéries et des microorganismes, mais qu'elles sont d'ordre purement chimique, le sol jouant le rôle de catalyseur, accélérant l'hydrolyse et l'oxydation des composés chimiques.

Nous reviendrons encore sur cette question, en basant nos suppositions sur les expériences effectuées.

Vu l'importance du rôle que jouent dans la vie des plantes les substances comme les sels de fer, de manganèse, de cuivre et la cyanamide calcique, problème qui n'est pas encore définitivement résolu ; j'ai entrepris, sur les conseils du très regretté M. le prof. A. Monnier, et en collaboration avec lui, une étude agrologique.

Le but que nous nous sommes proposé était d'étudier le pouvoir absorbant de différentes terres et surtout de différents éléments constitutifs de la terre, tels que le sable, l'argile, l'humus, le calcaire.

Nous avons ensuite étudié les transformations que subissent les sels des métaux sus-mentionnés et la cyanamide, quand on filtre leurs solutions à travers des terres naturelles et artificielles.

Mode opératoire

Le mode opératoire que nous avons adopté et qui a eu pour but d'imiter et de réaliser autant que possible la pratique des traitements agricoles est le suivant :

Une allonge (un tube) en verre de 40 cm. de longueur et de

2 cm. de diamètre, effilée à l'un des bouts, et terminée par un orifice (voir fig. 1). Pour que la terre introduite dans l'allonge n'obstrue pas l'orifice, j'ai placé au fond un tampon en laine de verre ; au-dessus de ce dernier se trouve une couche de terre de l'épaisseur voulue.

Dans mon étude sur l'action des différents sels comme engrais, je n'ai eu en vue que leur action sur le développement des céréales, des légumineuses, des fleurs, et en général de toutes les plantes dont les racines ne pénètrent pas à plus de

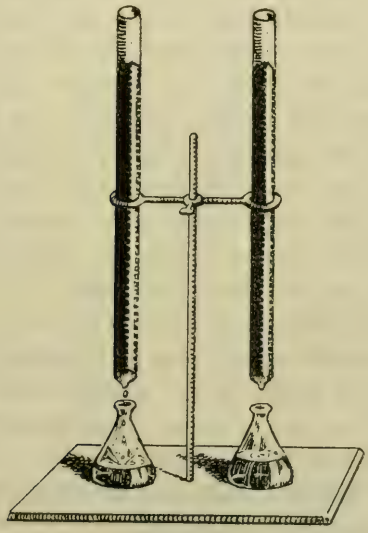


Fig. 1

30 cm. dans le sol, et ne se nourrissent par conséquent que des substances contenues dans cette couche.

J'ai arrosé cette terre avec les solutions, et par portions formant dans l'allonge une couche de liquide de 5 cm. d'épaisseur ; quand une de celles-ci était absorbée par la terre, j'ai versé la dose suivante.

Le liquide recueilli après l'infiltration à travers la terre occupait un volume moindre que celui de la solution versée, mais le volume de la solution retenue était déplacé par un volume égal d'eau distillée. De cette manière le liquide recueilli

occupait un volume égal à celui de la solution versée, ou à peu près le même, sur lequel j'ai exécuté les analyses.

Pour faire la comparaison entre le pouvoir absorbant de la terre sèche et le pouvoir absorbant de la terre préalablement saturée d'eau, nous avons fait certaines expériences sur cette dernière. Dans ce but j'ai versé d'abord, par exemple, 100 cc. d'eau distillée ; puis l'écoulement de celle-ci terminé, et après avoir mesuré le liquide recueilli, j'ai versé sur la terre une solution à étudier.

Dans ce cas, j'ai recueilli sur 100 cc. de solution versée, un volume égal de liquide filtré, la solution ayant déplacé l'eau préalablement retenue. Pour remplacer ensuite la solution, j'ai versé un volume d'eau distillée égal à celui primitivement retenu. Le volume de solution recueillie dépasse cette fois le volume de solution versée, mais il lui correspond pour les calculs

J'ai opéré sur les terres naturelles : une terre silico-argileuse à 0,38 % et à 0,9 % de calcaire, et une terre provenant de la désagrégation des schistes ardoisiers, exempte de calcaire, connue sous le nom de « Terre d'Angers ».

J'ai décalcifié une partie de la terre silico-argileuse par traitement, plusieurs fois répété, avec de l'acide chlorhydrique en chauffant au bain-marie ; je l'ai ensuite lavée avec de l'eau ordinaire jusqu'à ce que le liquide décanté ne soit plus acide et ne donne plus la réaction du chlore.

Puis la terre, séchée au bain de sable et pulvérisée à 1 $^1/_2$ mm. de diamètre, a servi aux expériences.

Pour la préparation des terres artificielles, j'ai utilisé du sable quartzeux de Fontainebleau, du kaolin pur, du carbonate de calcium pur, et de la terre de bruyère qui n'est constituée que de matières humiques et exempte de calcaire.

Expériences exécutées avec une solution de sulfate ferreux et avec une solution de sulfate ferrique

J'ai introduit dans un ballon et dissout 3,5 gr. de sel de Mohr dans un litre d'eau distillée, ce qui correspond à une teneur en fer égale à 0,5 gr. Fe par litre ; dans un autre ballon, j'ai introduit et dissout 8,606 gr. d'alun de fer et d'ammonium

dans 1 litre d'eau distillée, ce qui correspond à 1 gr. de Fe par litre.

Dans chacun des essais qui sont inscrits dans les tables A et B, sauf le X, j'ai versé sur la terre 100 cc. de solution.

Modes d'analyse. — J'ai titré la solution fraîche de sel de Mohr par une solution $\frac{N}{10}$ de permanganate de potassium, pour vérifier son titre; j'ai ensuite, avec cette solution, dosé le fer bivalent dans les liquides filtrés à travers la terre.

Dans le groupe d'expériences A, où les quantités de fer trivalent étaient minimes, j'ai fait les dosages colorimétriquement avec le sulfocyanure de potassium en solution acidulée par l'acide sulfurique puriss. Les solutions obtenues furent comparées au point de vue de leur couleur aux solutions de même volume et dont la teneur en fer trivalent était connue.

Dans le groupe d'expériences B faites avec le sulfate ferrique, j'ai fait les dosages de fer trivalent par la méthode comparative au trichlorure de titane, que le prof. A. Monnier inventa et qui s'effectue de la manière suivante :

On prend 25 cc. d'une solution de sulfate ferrique de titre connu, on y ajoute 10 cc. d'acide chlorhydrique conc. et on chauffe jusqu'à environ 70 C. Ensuite on ajoute deux gouttes de bleu de méthylène.

En dirigeant un courant de gaz carbonique CO_2 dans la solution chaude, on titre avec une solution de trichlorure de titane, jusqu'à ce que le bleu de méthylène se décolore.

Sachant à combien de fer correspond *n* cc. de solution de titane, titrée par le même procédé, on peut doser le fer trivalent d'une solution dont la teneur est inconnue.

La réaction se passe d'après la formule :

$$Ti^{\cdots} + Fe^{\cdots} = Ti^{\cdots\cdot} + Fe^{\cdot\cdot}$$

Dans les expériences faites sur les solutions de fer, je n'ai pas employé de terres calcaires, car il est connu que le calcaire fait précipiter le fer, qui est tout de suite retenu dans la couche superficielle.

D'après les tables ci-dessous, on voit que dans le cas du sulfate ferreux, la terre d'Angers retient plus facilement le fer qu'une

Table A

des données expérimentales sur l'absorption du fer par la terre et sur les transformations qu'y subit une solution de sel de Mohr.

Les chiffres sont rapportés à 100 cc. de solution versée et qui contient 50 mgr. de Fer.

Terre employée N°s	Poids de terre gr.	Epaisseur de la couche	Durée d'écoulement. Heures	N. de cc. de sol recueilli	Quantité de fer recueilli, en *mgr.* Fer bivalent	Fer trivalent	Fer total	Fe tot. (mgr.) absorbé par terre	% de fer absorbé
I	44	30	15	76	21	1,3	22,3	27,7	55 %
I bis	50	id.	14	70	22,4	1,25	23,6	26,3	53 %
II	96	id.	63	65	21,5	traces	21,5	28,5	57 %
III	66	20	3 ½	78	37,8	traces	37,9	12,1	24 %
IV	50	30	23	125	7,5	point	7,5	42.5	85 %
IV bis	id.	id.	19	128	9,8	0,6	10,4	39,6	79 %
V	93	id.	72	136	19,8	traces	19,8	30,2	60 %
VI	68	20	4	115	35	0,1	35,1	14,9	30 %

I et IV, terre d'Angers ; II et V, terre silico-argileuse décalcifiée ; III et VI, terre artificielle (sable 85 % et kaolin 15 %). Essais : I, II, III, ont été faits sur les terres sèches ; et IV, V, VI, sur les terres préalablement saturées d'eau.

Table B

des données expérimentales sur l'absorption de fer par la terre (sèche) pendant le passage à travers celle-ci, d'une solution de sulfate ferrique.

Les chiffres sont rapportés à 100 cc. de solution fraîche, à 100 mgr. de Fer.

N° de l'essai	Terre employée	Poids de terre gr.	Epaisseur de la couche	N. de cc. de sol. recueilli	Quant. exprimée en mgr. de fer recueilli	de fer absorbé	% de fer absorbé
VII	Sable de Fontainebleau	100	30	78	91,4	8,6	8,6 %
VIII	(Sable 85 % et kaolin 15 %)	119	id.	70	76,5	23,5	23,5 %
IX	(Sable 85 % et humus 15 %)	80	id.	66	17	83	83 %
X*	(Sable 80 % et humus 20 %)	10	4	43	30,5	19,5	39 %
XI	Terre d'Angers	48	30	74	59,8	40.2	40,2 %
XII	Terre silico-argileuse décalcifiée	95	id.	64	1,8	98,2	98,2 %

* Remarque. — Dans l'expérience X les chiffres sont rapportés à 50 cc. de la solution versée sur la terre.

terre silico-argileuse ; quand les terres sont préalablement saturées d'eau, cette différence est surtout manifeste ; la terre d'Angers étant très poreuse, la seconde est plutôt compacte grâce à une teneur assez forte en argile.

Dans les expériences faites avec une solution de sulfate ferrique, c'est le contraire qui a lieu ; le pouvoir de la terre silico-argileuse, absorbant le fer, est beaucoup plus fort que celui de la terre d'Angers.

D'après les analyses que j'ai faites, il résulte que le fer est retenu à l'état trivalent ; il est donc d'abord oxydé pour être ensuite fixé ; les oxydations sont alors plus faciles à se produire dans la terre d'Angers grâce à sa porosité que dans la terre silico-argileuse.

Dans le cas d'une solution de sulfate ferrique, ce n'est plus la porosité qui peut influencer l'élévation du pouvoir absorbant ; mais le pouvoir absorbant de la terre peut être une fonction du temps que le liquide met pour traverser une couche de terre.

Il se peut, il est certain même, qu'il y a encore d'autres facteurs qui interviennent, par exemple, le pouvoir absorbant spécifique de l'argile naturelle dans le cas d'une solution du sulfate ferrique.

En tout cas, des analyses faites il faut conclure que ce n'est pas une fixation de sel de fer d'ordre physique qui se passe dans la terre : ce n'est pas une *adsorption,* mais une fixation ou *absorption,* de fer due aux transformations chimiques que les solutions de sulfate ferreux et ferrique subissent en traversant une couche de terre.

Dans tous les essais faits avec une solution de sulfate ferreux (table A), et après le passage de celle-ci à travers les différentes terres, j'ai placé ces dernières dans des capsules pour être traitées par l'acide sulfurique à 10 %.

Dans les solutions sulfuriques obtenues, j'ai cherché et dosé la quantité de fer à l'état ferreux et ferrique, et j'ai trouvé que le fer était presque totalement retenu par les terres sous forme du fer trivalent.

Il résulte donc que le sulfate ferreux en solution *est oxydé* pendant son passage à travers le sol, ce qui a déjà été signalé

par M. Léon Kuczynski dans ses essais sur le *ferrocyanure* de potassium qui était oxydé en *ferricyanure*.

J'insiste sur ce fait que la terre décalcifiée était stérile, car je l'ai d'abord traitée par un acide, ensuite je l'ai chauffée au bain de sable à une température de 260 C. et à l'étuve à 160 C. pour la dessécher complètement ; enfin, je l'ai gardée, avant de m'en servir, dans un flacon bien bouché, où ni bactéries ni spores ne pouvaient pénétrer.

Le phénomène d'oxydation rapide du sulfate ferreux en solution, qui se produit par contact intime avec la terre, n'est donc pas nécessairement dû à la présence des bactéries, *mais c'est un phénomène purement chimique, dans lequel la terre par sa constitution poreuse joue le rôle d'un catalysateur qui accélère l'oxydation.*

En outre, ce n'est pas le sulfate de fer qui est retenu par le sol, car l'ion SO_4 se retrouve dans les eaux de drainage presque totalement.

Donc le fer est retenu sous la forme d'une autre combinaison. Il est probable qu'il y a au sein de la terre des doubles décompositions avec les matières constitutives de la terre. Mais du fait que le liquide de drainage donnait une réaction acide, il résulterait plutôt que c'est le phénomène d'hydrolyse qui se produit dans la terre.

$$FeSo_4 + H_2O = FeO + H_2SO_4$$

L'expérience suivante est en faveur de cette supposition :

Dans certains cas, la laine de verre qui se trouvait au fond du tube fut colorée par un précipité rouge-brun, qui semblait être l'hydrate ferrique ($Fe_2(OH_6)$. J'ai lavé soigneusement cette laine de verre avec de l'eau distillée, et je l'ai traitée ensuite par l'acide chlorhydrique ; j'ai divisé la solution acide en deux portions ; dans l'une j'ai trouvé énormément de fer par le réactif : ferrocyanure de potassium, dans l'autre j'ai cherché l'ion SO_4'' par le chlorure de baryum, mais je n'en ai point trouvé.

Le fer est donc retenu dans la terre sous forme d'hydrate ferrique, ou peut-être sous la forme d'un sulfate ferrique basique ou d'un carbonate basique insolubles, ce qu'on décèle par l'apparition d'un précipité qui colore en jaune foncé une terre

artificielle composée de sable et de kaolin blancs, quand une solution de sel ferreux ou ferrique s'infiltre à travers elle.

Ainsi la terre joue aussi un rôle catalyseur accélérant le phénomène d'hydrolyse.

Le fer ferreux n'est probablement pas retenu par la terre tant qu'il n'est pas transformé en hydrate ferrique ou en un sel basique insoluble ; ceci résulte du fait que nous avons déjà mentionné, que dans la terre on ne trouve qu'en très faible quantité le fer absorbé à l'état ferreux ; mais on trouve sous forme de fer trivalent des quantités correspondant à peu près à celles du fer que la terre a retenu.

Peut-être que le fer ferreux trouvé n'est que mécaniquement *adsorbé;* il n'est pas fixé définitivement par la terre.

D'autre part le sulfate ferrique est plus facilement absorbé par la terre que le sulfate ferreux. Ce fait montre que le sel ferreux doit être d'abord oxydé, pour être ensuite fixé par le sol.

Cette hypothèse semble confirmée par le fait que la terre d'Angers étant très poreuse, l'air peut facilement y pénétrer et l'oxydation y est plus rapide ; c'est pourquoi, dans le cas du sulfate ferreux, la terre d'Angers possède le pouvoir absorbant le plus élevé.

Mais quand elle est sèche, l'hydrolyse ne se produit pas facilement, tandis que si la terre est préalablement saturée d'eau, l'équilibre est déplacé dans le sens de la décomposition du sel et l'absorption est plus forte.

Il résulte donc que pour que le fer soit retenu par la terre, il faut :

1° que le sel soluble soit hydrolysé et

2° qu'il soit à l'état trivalent.

Cela explique bien le pouvoir absorbant plus fort de la terre d'Angers que celui de la terre silico-argileuse dans le cas d'une solution de sulfate ferreux ; avec une solution de sulfate ferrique c'est le contraire qui a lieu : la terre silico-argileuse a un pouvoir absorbant beaucoup plus grand que celui de la terre d'Angers, *car le fer étant déjà à l'état trivalent, la porosité de la terre ne peut avoir dans ce cas qu'une action diminuant son pouvoir absorbant.*

D'après la table B, nous voyons que c'est la terre silico-

argileuse qui retient le plus de fer, puis vient l'humus qui jouit encore d'un pouvoir absorbant élevé. Le kaolin n'a pas des propriétés semblables à l'argile naturelle, son pouvoir absorbant étant beaucoup plus faible que celui de l'argile.

Le sable retient seulement 8,6/100 mgr. de fer ; cette faible absorbtion vient probablement de la grande perméabilité du sable et de la grande vitesse avec laquelle la solution traverse une couche de sable.

Quand le pouvoir absorbant de la terre est très élevé, c'est la couche superficielle qui retient la plus grande partie du métal ; dans d'autres cas, comme avec le sable ou sable-kaolin par exemple, l'absorption est à peu près uniforme dans toute la profondeur.

La terre silico-argileuse retient la majeure partie du fer dans la couche superficielle.

Ce phénomène explique les expériences culturales faites par M. le Prof. A. Monnier sur des Hortensias qui dans un terrain exempt de calcaire et de fer étaient roses ; il sont devenus bleus après avoir reçu du fer par arrosage avec une solution de sels de fer.

Quelque temps après les fleurs ont commencé à redevenir roses, quoique la terre contint du fer.

Cela peut s'expliquer par mes expériences sus-citées ; le fer n'existait qu'à la surface de la couche de terre et les racines qui se trouvaient plus profondément ne pouvaient pas s'en servir.

Après avoir reçu de nouveau une solution de fer, les Hortensias ont repris leur couleur bleue.

La conclusion à tirer de ses données est la suivante :

Lorsqu'il s'agit de céréales et en général lorsqu'il s'agit de plantes dont les racines puisent leur nourriture dans la couche superficielle de 10-20 cm. de profondeur, il est préférable de se servir de solutions de sulfate ferrique au lieu de sulfate ferreux, parce que le premier est plus vite retenu par la terre et le végétal peut par conséquent utiliser la totalité du fer qui lui est fourni.

Pour fertiliser le sol, on ne doit pas appliquer ce traitement en une seule fois, mais il faut arroser la terre, au moyen de cette

solution par petites doses et répéter l'application de temps en temps, comme d'ailleurs cela a été déjà prouvé par des expériences culturales.

Pour les plantes dont les racines pénètrent plus bas dans la terre, il vaut mieux se servir de la solution de sulfate ferreux, car elle atteint les couches beaucoup plus profondes du sol.

Expériences exécutées avec une solution de sulfate de manganèse

J'ai préparé deux solutions de sulfate de manganèse ; l'une contenait 0,405 gr. de $MnSO_4$ 4 aq. cristallisé puriss. par litre, ce qui correspond à 0,1 gr. de manganèse métallique par litre.

La concentration de la seconde était dix fois plus forte, c'est-à-dire contenait 4,05 gr. de $MnSO_4$ 4 aq. par litre, ce qui correspond à 1 gr. de manganèse par litre de solution.

J'ai filtré la première solution à travers du sable de Fontainebleau seul, et à travers deux terres artificielles de la composition suivante : l'une contenait 85 °/₀ de sable et 15 °/₀ de kaolin, l'autre était composée de 85 °/₀ de sable, 10 °/₀ de kaolin et 5 °/₀ de $CaCO_3$ chimiquement pur.

La solution, après avoir traversé le sable en un temps très court, c'est-à-dire environ une heure, s'est écoulée dans un petit flacon Erlenmaeyer. Le liquide, limpide et incolore, ne contenait que 2,08 mgr. de manganèse sur 10 mgr. de ce métal contenu dans 100 cc. de la solution versée sur la terre. Le sable s'est légèrement coloré en brun par l'hydrate manganique qui y a été formé et retenu.

La laine de verre était aussi colorée en brun ; je l'ai enlevée, lavée avec de l'eau distillée, puis traitée par l'acide chlorhydrique ; il y eut un dégagement de chlore, mais la solution acide obtenue ne contenait point d'ion SO_4.

Quand la solution de sulfate de manganèse fut filtrée à travers les terres artificielles sus-mentionnées, le liquide de drainage était limpide, mais légèrement coloré en jaune. Celui qui a traversé la terre (sable-kaolin) a donné une réaction très nette des nitrites.

Dans tous ces cas, les terres n'ont point abandonné de fer.

La seconde solution, dix fois plus concentrée que la première, fut filtrée :

1° à travers une terre silico-argileuse décalcifiée ;

2° à travers la même terre additionnée de 1 % $CaCO_3$, et

3° à travers la même terre contenant 5 % de calcaire.

A chacune de ces terres j'ai ajouté 30 % de sable pour les rendre plus perméables au liquide.

La solution qui a traversé la terre décalcifiée, était limpide et d'une couleur jaune intense. Dans tous mes essais avec les terres exemptes de calcaire, le liquide de drainage était plus ou moins fortement coloré en jaune, ce qui n'était pas le cas avec les terres contenant le calcaire.

Ce fait s'explique facilement, les matières humiques n'étant solubles qu'en l'absence de calcaire, mais la présence de ce dernier élément suffit à les insolubiliser et à empêcher l'eau d'en enlever au sol.

Dans la table qui suit, je donne les résultats obtenus avec ces solutions de manganèse.

Mode d'analyse. — Pour la recherche et le dosage quantitatif du manganèse, j'ai employé une méthode colorimétrique comparative, basée sur la propriété du tétraoxyde de bismuth qui en solution d'acide nitrique ½ concentré transforme le manganèse contenu dans ses composés en dérivés d'acide permanganique. Comme échelle, j'ai employé les solutions d'acide permanganique préparées de la même manière à partir d'un volume de solution de sulfate manganeux, dont la teneur en Mn était connue.

Pour vérifier la justesse de ce procédé, j'ai toujours comparé mon échelle à celle préparée avec le permanganate de potassium.

Pour ce genre d'étude la précision de la méthode était plus que suffisante.

Par les expériences citées dans la table C, nous voyons que le pouvoir absorbant de manganèse par les différents éléments constitutifs de la terre arable est conforme aux résultats déjà signalés par M. Nottin dans son exposé sur l'étude agrologique des sels de manganèse ; sauf dans le cas du sable, j'ai aussi

TABLE C

des données expérimentales sur l'absorption de manganèse par la terre sèche pendant le passage au travers de celle-ci d'une solution de sulfate de manganèse.

	N° de l'esai	Terre employée	Poids de terre gr.	Epaisseur de la couche	Quant. exprimée en mgr. de Mn recueilli	de Mn absorbé	% de Mn absorbé
Terres arrosées avec 100 cc. de sol contenant 0,01 gr. de *Mn.*	I	Sable de Fontainebleau	160	30	2,08	7,92	79,2 %
	II	Sable 85 % et kaolin 15 %	132	id.	1,1	8,9	89 %
	III	Sable 75 %, kaolin 10 % et calcaire 5 %	135	id.	0,84	9,16	91,6 %
Terres arrosées avec 100 cc. de sol contenant 0,1 gr. de *Mn.*	IV	Terre silico-argileuse décalcifiée 70 % et sable 30 %	125	30	8,—	92,—	92 %
	V	La même terre à 1 % calcaire	100	id.	1,6	98,4	98,4 %
	VI	La même terre à 5 % calcaire	100	id.	1,1	98,9	98,9 %

Répartition suivant les profondeurs du *Mn* absorbé :	Couche supérieure épaisseur : 10 cm. IV-44 % VI-67 %	Couche moyenne épaisseur : 10 cm. IV-28 % VI-27 %	Couche inférieure épaisseur : 10 cm. IV-20 % VI-4 %

obtenu une absorption assez notable, contrairement aux résultats cités par M. Nottin.

Le manganèse retenu dans le sable ainsi que dans toutes les autres terres était sous formes dérivées d'oxydes manganiques ; car en traitant ces terres par l'acide chlorhydrique, il y avait toujours un dégagement de chlore que je décelais par la coloration bleue d'une solution de diphénylamine.

Dans les autres essais on voit que le kaolin, l'argile et le calcaire élèvent le pouvoir absorbant de la terre. Le pouvoir absorbant du calcaire surtout est marqué par la répartition du manganèse suivant la profondeur de la couche de terre (voir expérience VI, table C).

Dans la couche superficielle, d'une épaisseur de 10 cm., 67 % du manganèse furent retenus, tandis que dans la couche plus profonde, avoisinant la première, et d'une épaisseur identique de 10 cm., il y avait le 27 % du manganèse ; dans la couche la plus profonde, il n'y avait que 4 % de manganèse retenu.

J'ai fait ces déterminations de la manière suivante :

La terre sortie de l'allonge a été divisée en trois parties égales aux couches de 10 cm. d'épaisseur chacune. Au milieu de chacune de ces trois portions provenant des différentes profondeurs. j'ai prélevé un échantillon pesant 10 gr. Je l'ai traité par 20 cm^3 d'acide nitrique dilué à moitié, j'ai filtré et ajouté du tétraoxyde de bismuth à la solution.

En traitant de cette manière les échantillons de terre provenant de différentes profondeurs de la couche de terre, j'ai pu déterminer, d'après la concentration de permanganate formé, quelle est la relation entre les quantités de manganèse retenues dans diverses profondeurs.

Dans une terre silico-argileuse, exempte de calcaire, l'absorption par les différentes couches de terres n'oscille pas dans des limites aussi éloignées que dans le cas de la même terre contenant du calcaire.

Par exemple, la terre silico-argileuse exempte de calcaire a retenu 44 % de manganèse dans la couche de surface épaisse de 10 cm. ; la couche suivante de même épaisseur en a retenu 28 %, et la couche la plus profonde, également de même épaisseur a retenu 20 % de manganèse.

Comme nous voyons, le manganèse est moins brusquement précipité que le fer dans les terres silico-argileuses et calcaires. Mais ce qu'il y a d'intéressant à remarquer, c'est que les quantités de manganèse et de fer retenues par le sable seul de Fontainebleau sont presque égales.

La solution filtrée à travers la terre était appauvrie en manganèse, mais l'ion SO_4 n'était qu'en faible dose retenu dans la terre ; le liquide d'écoulement donnait une réaction acide (et rougissait le papier de tournesol).

Par le fait d'hydrolyse et d'oxydation accélérées au sein de la terre, les sels de manganèse peuvent jouer un grand rôle dans la vie des plantes en fournissant de l'oxygène naissant qui peut intervenir dans certaines oxydations qui sont plus difficiles à achever. Ce que nous montre la réaction :

$$R''Mn + H_2O = R''H_2 + MnO$$

c'est-à-dire un hydrate correspondant, qui est tout de suite oxydé en un hydrate manganique ; ce dernier au contact d'un acide donne de l'oxygène naissant d'après la réaction :

$$R''H_2 + MnO_2 = R''Mn + H_2O + O \text{ (naissant)}.$$

On peut ainsi expliquer les essais culturaux qui prouvent qu'une quantité très faible de manganèse peut avoir de l'influence sur l'augmentation des récoltes, car d'après ces réactions et la facilité avec laquelle se passent l'hydrolyse et l'oxydation dans le sol, un poids limité de manganèse peut oxyder une quantité illimitée de corps oxydables.

Expériences exécutées avec une solution de sulfate de cuivre ($CuSO_4$)

J'ai pesé 2,5 gr. du $CuSO_4$ anhydre et puriss., et après l'avoir introduit dans un ballon jaugé d'un litre, j'y ai ajouté de l'eau distillée. Après dissolution du sel, la solution contenait 1 gr. de Cu dans un volume d'un litre.

J'ai fait la plupart des essais sur des couches de terre d'une épaisseur de 30 cm., mais dans certains cas où le pouvoir absor-

bant des terres était assez fort, j'ai pris une couche moins épaisse.

Le sable de Fontainebleau n'a presque pas le pouvoir d'absorber le cuivre ; l'absorption constatée au début n'est en réalité qu'une *adsorption*, car par lavage avec de l'eau distillée, le cuivre est retrouvé dans le liquide de drainage.

Une terre artificielle (sable kaolin) également retient d'abord le cuivre, mais une partie de ce cuivre retenu est ensuite enlevée par le lavage à l'eau distillée. La même chose se passe avec une terre naturelle silico-argileuse décalcifiée, mais la quantité de cuivre qui peut être enlevée à la terre, est beaucoup plus faible que dans les deux cas précédents.

Dans une terre calcaire naturelle l'absorption de cuivre est nette ; comme montre l'essais IX de la table D, la couche dans laquelle le cuivre est retenu, ne dépasse pas 2 cm. en profondeur. A la surface on voit une couche de subtance verte qui est probablement du carbonate de cuivre hydraté, et dans le liquide de drainage on trouve le sulfate de calcium.

$$CuSO_4 + CaCO_3 + (H_2O)n = CaSO_4 + CuCO_3 \,.\, n(H_2O) \,.$$

D'après les résultats obtenus on voit que c'est l'humus, le calcaire et l'argile qui possèdent un grand pouvoir absorbant ; celui du kaolin est déjà plus faible et le sable ne retient point de cuivre.

Le calcaire retient le plus fortement le fer, puis vient le manganèse et enfin le cuivre.

Aussi une terre silico-argileuse exempte de calcaire a pour le fer un pouvoir absorbant plus fort que pour le manganèse, et il est encore plus faible pour le cuivre, car on peut y retrouver le cuivre retenu plus profondément que le manganèse et le fer.

Mode d'analyse. — Pour le dosage du cuivre contenu dans les liquides de drainage, j'ai employé une méthode colorimétrique, basée sur la propriété qu'ont des solutions ammoniacales de sels de cuivre.

J'ai préparé une échelle constituée par une série d'éprouvettes qui contenaient un volume de 20 cc. de solution de sulfate de cuivre, correspondant à 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, etc. de cuivre (Cu) rapporté à la teneur en *Cu* de la solution primi-

Table D

des données expérimentales sur l'absorption de cuivre d'une solution de $CuSO_4$ (contenant 1 gr. de Cu par litre) par différentes terres

N° de l'essai	Terre employée	N. de cc. versé	Poids de terre gr.	Epaisseur de la couche	Qtés exprimées en mgr. de Cu recueilli	Qtés exprimées en mgr. de Cu absorbé	% de Cu absorbé	Remarques
I	Sable de Fontainebleau	100	110	30	85	15	15 %	Cu est absorbé
II	Sable 85 % et kaolin 15 %	50	43	10	35	15	30 %	Cu est absorbé en partie
III	Sable 95 % et $CaCO_3$ 5 %	100	50	10	50	50	50 %	
IV	Sable 90 % et humus 10 %	100	95	30	4	96	96 %	
V	Humus seul d^s une éprouvette	20	2	—	traces	100	100 %	
VI	Terre silico arg. 70 % et Sable 30 %	100	125	30	point	100	100 %	
VII	» »	50	10	3	10	40	80 %	
VIII	Id. 95 % et $CaCO_3$ 5 %	100	120	30	point	100	100 %	
IX	» »	100	50	15	point	100	100 %	Cu est retenu totalement dans la couche superficielle = 2 cm.

tive. Chacune de ces solutions était ensuite additionnée de 10 cc. d'ammoniaque.

D'après la couleur bleue des solutions types, j'ai pu reconnaître la teneur en cuivre des solutions filtrées de même volume et additionnées de la même quantité d'ammoniaque.

Ce procédé ne serait pas suffisant pour déterminer exactement la quantité de cuivre contenu dans une solution, mais il est suffisamment précis pour donner une idée des proportions, dans lesquelles varient les pouvoirs absorbants des différentes terres.

Les résultats obtenus sont exposés dans la table D.

(A suivre.)

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1916

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

Raoul GAUTIER

Directeur de l'Observatoire de Genève

(Suite et fin [1]*)*

V. Vents

Genève. — L'observation du vent se fait de deux manières différentes : 1° six fois par jour, à l'ancienne girouette, en exprimant la force du vent par les sept chiffres, de 0 à 6, de la demi-échelle de Beaufort ; 2° au moyen de l'anémographe de Richard enregistrant automatiquement la direction et la vitesse du vent.

Le *tableau XIX* donne les résultats généraux du premier système d'observations. Il fournit, pour les différents mois et pour l'année, le nombre des calmes et le nombre de fois où le vent a été observé, avec la force 1 ou avec une force supérieure, dans chacune des seize directions de la rose des vents, le chiffre indiqué tenant compte du facteur (1 à 6) qui représente la force du vent.

Le *tableau XX* donne d'abord les nombres de cas de vent du nord-nord-est et du sud-sud-ouest et leurs rapports, puis la proportion des calmes. Il indique ensuite les résultats du deuxième système d'observation du vent au moyen de l'anémographe de Richard. Il fournit, pour les différents mois de l'année,

[1]) Voir *Archives,* t. XLIV, p. 122.

XIX. Vents observés. GENÈVE, 1916.

	Decemb. 1915	Janvier 1916	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année météor.	Année civile
Calme .	11	18	7	9	6	6	4	11	6	9	34	27	10	148	147
N.....	3	1	4	4	5	4	3	7	5	4	6	16	3	62	62
NNE ..	60	30	36	51	89	91	50	92	70	135	64	79	23	838	801
NE....	9	13	7	12	7	8	3	16	10	14	12	12	14	123	128
ENE...	0	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	7	7
E.....	1	13	4	5	2	2	2	6	3	4	1	5	11	48	58
ESE...	0	1	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	1	6	7
SE	14	25	8	14	4	15	9	12	15	5	4	20	23	145	154
SSE ...	5	2	9	5	3	3	9	5	7	9	5	5	8	67	70
S.....	4	7	4	0	0	2	10	5	5	2	10	10	3	59	58
SSW ..	58	30	72	72	54	36	47	21	48	29	37	13	37	517	496
SW ...	31	25	30	24	20	15	26	12	22	17	25	23	41	270	280
WSW .	4	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	8	4
W.....	19	8	11	9	14	9	11	6	7	7	7	2	15	110	106
WNW .	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	3
NW ...	11	13	4	4	5	6	9	5	5	2	7	2	7	73	69
NNW ..	3	7	4	4	12	5	4	11	5	8	7	3	4	73	74

XX. Vents. GENÈVE, 1916.

PÉRIODE	VENTS			Calme s. 1000	Vitesse moyenne du vent km par heure
	NNE.	SSW.	Rapport		
Décembre 1915.	72	93	0.77	59	6.11
Janvier 1916...	44	62	0.71	97	2.95
Février.....	47	106	0.44	40	6.40
Mars.....	67	96	0.70	48	6.98
Avril	92	74	1.24	33	7.51
Mai.....	103	53	1.94	32	5.48
Juin	56	83	0.67	22	4.98
Juillet	115	38	3.03	59	5.44
Août.....	85	75	1.13	32	5.72
Septembre.....	153	48	3.19	50	8.10
Octobre	82	72	1.14	183	5.13
Novembre	107	56	1.91	150	6.09
Décembre	40	81	0.49	54	4.72
Année météor..	1023	856	1.20	67	—
Année civile ...	991	844	1.17	67	—

la *vitesse moyenne du vent* exprimée en *kilomètres par heure*, sans distinguer dans quelle direction soufflait le vent. On constate que le mois le plus calme a été celui de janvier ; les plus venteux ont été ceux de septembre et d'avril. Au reste, l'année 1916, sans être venteuse, l'a été cependant, comme 1914 et 1915, sensiblement plus que 1913.

Si l'on recherche encore, dans le même ordre d'idées, les jours pour lesquels la vitesse du vent a dépassé, en moyenne, *25 kilomètres à l'heure*, on en trouve dix dans l'année météorologique et neuf dans l'année civile. Ce sont tous des jours de *bise* sauf le 16 février. En voici le tableau :

		Km p. h.	Direction
20 décembre	1915	27.9	NNE
16 février	1916	25.9	SSW
29 juillet	....	26.7	NNE
5 août	....	27.3	»
6 septembre	....	28.2	»
7 »	....	31.4	»
21 »	....	30.4	»
20 octobre	....	38.4	»
21 »	....	29.7	»
15 novembre	....	33.8	»

Le *tableau XXI* contient le relevé des jours de forte bise (NNE) et de fort vent du midi (SSW). Les nombres de jours de forte bise et de fort vent du midi sont encore inférieurs aux chiffres moyens qui sont de 42 et de 44 d'après Plantamour. Cette

XXI. GENÈVE, 1916.

Période	Nombre de jours de forte bise	Nombre de jours de fort vent du midi
Décembre 1915..	4	3
Janvier 1916....	0	0
Février.....	1	6
Mars.....	4	6
Avril	3	5
Mai	3	3
Juin	0	0
Juillet.....	4	0
Août.....	2	0
Septembre	9	2
Octobre	3	0
Novembre.....	4	0
Décembre	1	0
Année météorol.	37	25
Année civile	34	22

année cependant ils se rapprochent davantage de ces moyennes anciennes que durant les années précédentes.

Grand Saint-Bernard. — La direction du vent est observée à la girouette placée sur le nouveau bâtiment ; les observations se font trois fois par jour, en estimant la vitesse du vent, autant que faire se peut, suivant la demi-échelle de Beaufort.

Vu la situation de l'hospice sur le col, on n'y observe que deux vents, ceux qui correspondent aux grands courants du NE et du SW. Le calme s'observait plus rarement qu'à Genève autrefois, mais il y en a eu sensiblement plus que d'ordinaire cette année, plus qu'en 1914 et même plus qu'en 1915. Le *tableau XXII* fournit les résultats moyens de ces observations en ce qui concerne les deux courants, leurs rapports et les calmes.

VI. Pluie et neige

Le *tableau XXIII* fournit, pour *Genève,* les données relatives à l'eau tombée et, pour le *Grand Saint-Bernard*, celles relatives à la fois à la *pluie* et à la *neige.*

Il convient donc de compléter ces données, en ce qui concerne Genève, en indiquant ci-après les hauteurs de *neige* mesurées en 1916 à l'observatoire :

Neige a Genève en 1916

cm					
1	en décembre 1915,		en	1	jour
.....					
37	en février	1916	»	3	jours
16	» mars	»	»	4	»
.....					
6	en novembre	»	en	1	jour
72	» décembre	»	»	8	»
60	dans l'année	météor.	en	9	jours
131	» »	civile	»	16	»

Pendant les six dernières années, il avait peu neigé à Genève [1] ; il a un peu plus neigé en 1916 surtout à la fin de l'hiver. L'année civile accuse une quantité plus forte, à cause des mois de novem-

[1]) Voir ma note « La neige à Genève », *Archives,* mai 1917, t. XLIII, p. 361.

XXII. Vents. SAINT-BERNARD, 1916.

PÉRIODE	VENTS			Calme sur 1000
	NE.	SW.	Rapport	
Décembre 1915...	52	76	0.68	290
Janvier 1916.....	131	11	11.91	269
Février.....	90	99	1.00	161
Mars	49	106	0.46	194
Avril	85	62	1.37	200
Mai	27	71	0.38	323
Juin	56	64	0.87	222
Juillet	53	55	0.96	280
Août.....	75	37	2.03	226
Septembre.....	76	32	2.38	289
Octobre	64	51	1.25	312
Novembre	52	79	0.66	267
Décembre	27	98	0.28	312
Année météorol..	810	734	1.10	253
Année civile	785	756	1.04	255

XXIII. Pluie et neige. 1916.

PÉRIODE	GENÈVE			SAINT-BERNARD		
	Nombre de jours	Eau tombée	Nombre d'heures	Nombre de jours	Eau tombée	Hauteur de la neige
		mm			mm	cm
Décembre 1915...	20	64.4	87	20	193.1	255
Janvier 1916....	13	12.7	38	10	77.9	71
Février	18	102.4	114	21	166.4	204
Mars.....	20	85.1	126	23	179.8	219
Avril	16	105.8	102	20	167.7	196
Mai.....	13	76.7	69	13	121.3	69
Juin	16	118.2	75	15	106.4	32
Juillet	16	74.1	51	16	72.9	1
Août.....	13	88.7	53	14	89.6	4
Septembre.....	11	61.5	66	16	119.7	24
Octobre	14	117.7	94	13	160.0	161
Novembre	13	170.8	108	17	148.4	190
Décembre	22	193.6	169	28	295.1	459
Hiver	51	179.5	239	51	437.4	530
Printemps..... .	49	267.6	297	56	468.8	484
Eté.....	45	281.0	179	45	268.9	37
Automne.	38	350.0	268	46	428.1	375
Année météorol..	183	1078.1	983	198	1603.2	1426
Année civile	185	1207.3	1065	206	1705.2	1630

bre et de décembre 1916 qui ouvraient la période hivernale très neigeuse de 1916-1917. La durée de la neige sur le sol est encore moindre dans l'année météorologique 1916 que dans les deux années précédentes [1], 7 jours seulement en février-mars et 1 en novembre.

Le *tableau XXIV* indique les écarts entre les moyennes de Plantamour et les totaux de 1916 pour le nombre de jours de pluie et pour la hauteur d'eau tombée, aux deux stations, dans les divers mois, les saisons et l'année.

A *Genève* l'année météorologique 1916 est à peine moins pluvieuse que 1915, mais l'année civile est beaucoup plus humide encore ; comme telle, elle n'est dépassée que par les années civiles suivantes : 1783 avec 1288^{mm}, 1841 avec 1258^{mm} et 1799 avec 1213^{mm}. La différence entre l'année météorologique et l'année civile provient de la quantité d'eau de décembre 1916 qui n'est dépassée que par celles des mois de décembre de 1841

XXIV. Écarts avec les moyennes de précipitations. 1916.

Période	Genève		Grand St-Bernard	
	Jours de pluie	Eau tombée	Jours de pluie	Eau tombée
		mm		mm
Décembre 1915...	+ 11	+ 13.4	+ 12	+ 120.0
Janvier 1916.....	+ 3	− 36.1	− 1	− 51.2
Février	+ 10	+ 65.9	+ 12	+ 72.8
Mars.....	+ 10	+ 37.9	+ 12	+ 82.9
Avril	+ 5	+ 49.0	+ 9	+ 47.6
Mai.....	+ 1	− 2.5	+ 2	+ 1.2
Juin	+ 5	+ 42.3	+ 5	+ 5.1
Juillet	+ 7	+ 3.3	+ 7	− 2.2
Août.....	+ 3	+ 8.3	+ 5	+ 3.8
Septembre	+ 1	− 32.8	+ 7	+ 3.7
Octobre.....	+ 2	+ 16.7	+ 3	+ 17.7
Novembre.....	+ 2	+ 96.8	+ 7	+ 49.9
Décembre	+ 13	+ 142.6	+ 20	+ 222.0
Hiver	+ 24	+ 43.2	+ 23	+ 141.6
Printemps.....	+ 16	+ 84.4	+ 23	+ 131.7
Été.....	+ 15	+ 53.9	+ 17	+ 6.7
Automne.....	+ 5	+ 80.7	+ 17	+ 71.3
Année météorol..	+ 60	+ 262.2	+ 80	+ 351.3
Année civile.....	+ 62	+ 391.4	+ 88	+ 453.3

[1]) Voir ma note « La neige à Genève », *Archives*, mai 1917, t. XLIII, p. 361.

(253^{mm}) et de 1801 (206^{mm}). En tous cas 1916 continue la série des années très humides inaugurée avec 1910 et qui n'a été interrompue qu'en 1911 par une année un peu moins pluvieuse que la moyenne.

Au *Grand Saint-Bernard* 1916 est sensiblement plus humide que 1915 mais moins que 1914.

Le nombre des jours de pluie est supérieur aux deux stations, à ce qu'il était, soit en 1915, soit en 1914. Au Grand Saint-Bernard, il est encore plus élevé qu'en 1910. A noter les 28 jours de neige de décembre 1916 qui ont fourni entre 4 et 5 mètres de neige, quantité vraiment exceptionnelle.

Les mois les plus humides sont ceux de novembre et de décembre 1916 à Genève, au double point de vue absolu et relatif. Au Grand St-Bernard les plus humides sont les deux mois de décembre 1915 et 1916, au double point de vue également. Le mois le plus sec est janvier à Genève aux deux points de vue. Au Saint-Bernard c'est juillet au point de vue absolu et janvier au point de vue relatif.

La *statistique de la pluie* a été, comme d'ordinaire, développée, pour *Genève,* dans les deux tableaux suivants :

Le *tableau XXV* donne, pour chaque mois, la plus longue période de sécheresse, ou le nombre maximum de jours consécutifs sans pluie, et la plus longue période pluvieuse, ou le nombre maximum de jours consécutifs où de la pluie a été recueillie. La plus longue période de sécheresse est en juillet-août ; la plus longue période pluvieuse va de décembre 1915 à janvier 1916.

Le même tableau indique le nombre de jours où la hauteur de la pluie mesurée a été inférieure à 1^{mm} et à $^1/_4$ de millimètre. Enfin ce tableau donne le maximum de pluie recueilli chaque mois ; le nombre de jours où la hauteur d'eau tombée a atteint ou dépassé 30 millimètres est, cette année, de 5 pour l'année météorologique et de 6 pour l'année civile. Les totaux les plus élevés sont de 40 à 42 millimètres en août et en novembre.

Comme complément à ces indications, il sera intéressant de noter ici, comme précédemment, le relevé des plus violentes averses enregistrées durant un court espace de temps au plu-

XXV. Périodes de sécheresse et de pluie. GENÈVE, 1916.

PÉRIODE	PÉRIODES DE SÉCHERESSE	PÉRIODES PLUVIEUSES	PLUIE dans les 24 heures au-dessous de		PLUIE dans 24 heures	
			1mm	0mm.25	Maximum	Chute dépassant 30 mm.
					mm.	
Décembre 1915..	8 jours (13-20)	7 jours (6-12)	5 jours	1 jour	10.8 le 25	—
Janvier 1916....	6 » (26-31)	12 » (29 déc.-9 j.)	9 »	3 »	2.6 les 1 et 8	—
Février	4 » (2-5)	6 » (14-19)	6 »	2 »	28.5 le 15	—
Mars	5 » (15-19)	7 » (29 févr.-6, 8-14)	4 »	1 »	12.2 le 10	—
Avril	6 » (29 mars-3, 24-29)	5 » (11-15)	4 »	3 »	26.6 le 18	—
Mai.....	8 » (16-23)	5 » (5-9)	3 »	2 »	19.8 le 7	—
Juin	5 » (20-24)	6 » (7-12)	2 »	1 »	33.5 le 9	1
Juillet	5 » (18-22)	5 » (7-11)	6 »	5 »	35.7 le 4	1
Août	11 » (29 juil.-8)	6 » (25-30)	3 »	1 »	39.8 le 17	1
Septembre	6 » (12-17, 20-25)	5 » (26-30)	3 »	0 »	19.0 le 4	—
Octobre	6 » (8-13)	8 » (23-30)	2 »	1 »	31.6 le 25	1
Novembre	8 » (9-16, 26-3 déc.)	6 » (17-22)	1 »	0 »	41.5 le 18	1
Décembre	2 » (28-30)	8 » (20-27)	5 »	2 »	35.9 le 13	1
Année météorol.	11 j. (29 juil.-8 août)	12 j. (29 déc.-9 janv.)	48 jours	20 jours	41.5 le 18 nov.	5
Année civile....	id.	id.	48 »	21 »	id.	6

viomètre d'Usteri-Reinacher. Les pluies un peu intenses sont moins fréquentes qu'en 1915. En voici le tableau :

Date 1916		mm	minutes	mm par min.
Avril	18	2	10	0 2
»	»	2	7	0.3
Juin	7	2	5	0.4
»	26	3	5	0.6
Juillet	4	3	5	0.6
Août	14	4	4	1.0
Septembre	29	5	10	0.5
Octobre	7	4	10	0.4

Le *tableau XXVI* a pour but de permettre la comparaison des différents mois entre eux et des quatre saisons entre elles au point de vue des précipitations atmosphériques. Il est, à cet effet, calculé de façon à éliminer les inégales durées des mois et des saisons. On y trouve : 1° la *durée relative de la pluie*, ou la fraction obtenue en divisant le nombre d'heures de pluie par le nombre total d'heures de la période ; 2° le *nombre moyen d'heures de pluie par jour de pluie*, obtenu en divisant, pour chaque période, le nombre d'heures de pluie par le nombre de jours de

XXVI. GENÈVE, 1916.

PÉRIODE	Durée relative de la pluie	Nombre moyen d'heures par jour	Eau tombée dans 1 heure
		h	mm
Décembre 1915.....	0.117	4.35	0.74
Janvier 1916.....	0.051	2.92	0.33
Février.....	0.164	6.33	0.90
Mars.....	0.169	6.30	0.68
Avril	0.142	6.37	1.04
Mai.....	0.093	5.31	1.11
Juin	0.104	4.69	1.58
Juillet.....	0.069	3.19	1.45
Août.....	0.071	4.08	1.67
Septembre.....	0.092	6.00	0.93
Octobre	0.126	6.71	1.25
Novembre	0.150	8.31	1.58
Décembre.....	0.227	7.68	1.15
Hiver.....	0.109	4.69	0.75
Printemps.....	0.135	6.06	0.90
Eté	0.081	3.98	1.57
Automne.....	0.123	7.05	1.31
Année météorolog...	0.112	5.37	1.10
Année civile.....	0.121	5.76	1.13

XXVII. Stations pluviométriques du canton de GENÈVE, 1916.

Station :	*Céligny*	*Collex*	*Chambésy*	*Châtelaine*	*Satigny*	*Athenaz*	Compesières	*Veyrier*	*Genève*	*Cologny*	*Puplinge*	*Jussy*	*Hermance*
Altitude :	424 m.	440 m.	433 m.	425 m.	465 m.	428 m.	478 m.	423 m.	406 m.	450 m.	445 m.	470 m.	380 m.
Observat. : M.	Esquirillon	E. Engel	L. Perrot	Ch. Platel	Ch. Lamberey	E. Garcel	B. Babel	B. Babel	Observatoire	H. Noll	A. Dunant	J. Micheli	Ch. Nyauld
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1915..	99.8	84.9	84.0	79.6	91.0	93.7	63.0	60.5	64.4	63.2	60.9	62.5	78.4
Janv. 1916.	46.1	30.2	20.7	18.5	23.8	18.0	15.2	8.7	12.7	12.2	12.5	(12.0)	22.4
Février....	146.6	126.7	127.4	106.2	139.6	108.2	105.8	98.6	102.4	106.9	(99.4)	95.9	113.2
Mars.....	87.8	70.4	84.1	82.6	77.9	80.2	91.9	85.0	85.1	82.9	72.5	92.3	77.3
Avril.....	114.2	105.9	99.9	103.9	93.2	79.0	90.6	74.2	105.8	101.1	89.0	96.1	91.7
Mai.....	73.5	70.1	68.3	67.0	57.9	62.7	77.5	68.8	76.7	69.7	72.7	100.0	71.3
Juin.....	139.4	123.7	121.3	117.1	114.3	115.6	122.4	139.9	118.2	118.6	118.8	(115.0)	114.4
Juillet....	129.6	108.6	71.6	70.4	94.6	88.7	94.7	96.6	74.1	61.2	70.3	69.7	95.3
Août.....	96.1	109.3	95.1	93.1	86.3	82.3	98.3	94.9	88.7	92.3	103.4	(100.0)	98.3
Septembre.	74.3	65.6	57.7	63.3	70.9	61.4	73.5	67.7	61.5	60.4	63.9	76.6	63.5
Octobre ...	116.2	104.0	117.6	116.1	108.1	110.3	103.3	99.9	117.7	107.8	81.9	122.1	105.3
Novembre .	194.5	187.2	169.1	161.7	192.9	172.0	174.5	163.2	170.8	156.7	159.3	159.3	170.8
Décembre .	207.9	203.1	203.5	198.0	160.7	208.7	183.7	188.1	193.6	195.5	180.1	201.0	198.7
Hiver.....	292.5	241.8	232.1	204.3	254.4	219.9	184.0	167.8	179.5	182.3	(172.8)	(170.4)	214.0
Printemps.	275.5	246.4	252.3	253.5	229.0	221.9	260.0	228.0	267.6	253.7	234.2	288.4	240.3
Eté.....	365.1	341.6	288.0	280.6	295.2	286.6	315.4	331.4	281.0	275.1	292.5	(284.7)	308.0
Automne ..	385.0	357.8	344.4	341.1	371.9	343.7	351.3	330.8	350.0	324.9	305.1	358.0	339.6
An. météor.	1318.1	1187.6	1116.8	1079.5	1150.5	1072.1	1110.7	1058.0	1078.1	1036.0	1004.6	(1101.5)	1101.9
An. civile..	1426.2	1305.8	1236.3	1197.9	1220.2	1187.1	1231.4	1185.6	1207.3	1168.3	1123.8	(1240.0)	1222.2

pluie ; 3° *l'eau tombée dans une heure*, obtenue en divisant la hauteur d'eau tombée durant la période par le nombre d'heures de pluie de la période ; ce dernier chiffre représente donc l'intensité moyenne des chutes d'eau.

Le *tableau XXVII* contient le relevé général des observations faites dans les douze stations pluviométriques du canton de Genève et à l'observatoire. Quelques totaux des stations de Puplinge et de Jussy étant incomplets, nous les avons établis par extrapolation et ils figurent entre parenthèses. Nous profitons de cette occasion pour adresser nos sincères remerciements aux douze observateurs qui continuent à nous fournir les hauteurs de pluie tombées sur notre petit territoire.

Le *tableau XXVIII* fournit, d'une façon analogue, les hauteurs de pluie et de neige tombées dans les quatre stations pluviométriques qui existent le long du val d'Entremont. Je suis heureux de remercier aussi les dévoués observateurs de ces

XXVIII. Stations pluviométriques du val d'Entremont, 1916.

Station Altitude	Martigny 474m		Orsières 900m		Bourg-St-Pierre 1630m		Gr. St-Bernard 2476m	
Période	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm
Déc. 1915.	116.6	7	60.1	5	86.0	29	193.1	255
Janv. 1916	45.7	7	35.1	20	37.8	22	77.9	71
Février ...	134.4	44	114.2	47	71.0	60	166.4	204
Mars	48.7	3	79.8	22	110.9	116	179.8	219
Avril	92 5	—	75.2	10	48 9	49	167.7	196
Mai	65.2	—	81.4	—	134.8	24	121.3	69
Juin.....	79.2	—	74.9	—	103.1	—	106.4	32
Juillet....	41.8	—	49.1	—	43 5	—	72.9	1
Août. ...	66.3	—	62.9	—	59.4	—	89.6	4
Septembre	21.9	—	28.0	—	55.5	—	119.7	24
Octobre ...	44.9	—	52.2	—	69.3	—	160.0	161
Novembre.	56.6	—	66.2	—	53.6	36	148.4	190
Décembre.	178 9	37	143.9	50	118.4	70	295.1	459
Hiver. ...	296 7	58	209.4	72	194.8	111	437.4	530
Printemps	206.4	3	236.4	32	294.6	189	468.8	484
Eté.	187.3	—	186 9	—	206.0	—	268.9	37
Automne..	123.4	—	146.4	—	178.4	36	428.1	375
An. mét..	813.8	61	779.1	104	873.8	336	1603.2	1426
Année civ.	876.1	91	862.9	149	906.2	377	1705.2	1630

stations. On remarquera que les quantités de pluie et de neige tombées de Martigny au Grand Saint-Bernard confirment ce que nous disions plus haut. L'année 1916 a été plus pluvieuse que 1915, mais moins que 1914, pour le val d'Entremont.

Le *tableau XXIX* indique le nombre de *jours d'orage* ou *jours de tonnerre* à Genève, ainsi que le nombre de jours où des éclairs ont été vus à l'horizon sans que le bruit du tonnerre fût perceptible. Le nombre de jours d'orage est de nouveau un peu inférieur, cette année, au nombre moyen (25) déduit par Plantamour de la moyenne des années de 1846 à 1875. Le mois le plus riche en orages a été le mois de juillet. Il y a eu, à Genève, quatre averses de grêle, en général mêlée à de la pluie; la seule un peu forte a été celle du 8 avril; mais aucune n'a produit de dégâts sérieux.

XXIX. Orages. GENÈVE, 1916.

PÉRIODE	Jours de tonnerre	Jours d'éclairs sans tonnerre	Grêle
Décembre 1915	1	—	—
Janvier 1916	—	—	—
Février	—	—	—
Mars	—	—	—
Avril	1	2	1 forte le 8
Mai	3	1	2 faibles les 6 et 8
Juin	4	2	—
Juillet	6	—	1 faible le 4
Août	3	1	—
Septembre	—	1	—
Octobre	1	—	—
Novembre	2	—	—
Décembre	—	—	—
Année météorolog.	21	7	4
Année civile	20	7	4

VII. Nébulosité

La nébulosité s'exprime par les nombres de *zéro* à *dix : zéro* correspond à un ciel entièrement clair, *dix* à un ciel entièrement couvert. La mesure de la nébulosité se fait, à *Genève*, aux six observations diurnes, au *Grand Saint-Bernard*, trois fois par jour. La moyenne de ces six, ou trois, observations, donne la moyenne diurne de la nébulosité, représentée par un chiffre sans fraction. Pour les mois, les saisons et l'année, la nébulosité

est exprimée par la moyenne des nébulosités de tous les jours de la période. Le chiffre principal est alors accompagné de dixièmes.

Dans le *tableau XXX,* la *nébulosité* et l'état du ciel sont exprimés sous deux formes pour les deux stations : à la cinquième colonne, par la nébulosité moyenne, puis, dans les quatre premières, par une classification des jours de la période en *clairs, peu nuageux, très nuageux* et *couverts.* Ces désignations comprennent les jours dont la nébulosité se mesure par un certain nombre des onze chiffres qui la représentent : les chiffres 0, 1 et 2 correspondent aux jours clairs ; 3, 4 et 5, aux jours peu nuageux ; 6 et 7, aux jours très nuageux ; 8, 9 et 10 aux jours couverts.

Le *tableau XXXI* fournit les écarts de la nébulosité aux deux stations par rapport aux moyennes calculées par Plantamour sur les observations des années de 1847 à 1875 pour Genève, et de 1846 à 1867 pour le Grand Saint-Bernard. Ces moyennes fi-

XXX. Nébulosité. 1916.

PÉRIODE	GENÈVE					SAINT-BERNARD				
	Jours clairs	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts	Nébulosité moyenne	Jours clairs	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts	Nébulosité moyenne
Déc. 1915...	1	3	9	18	7.6	3	5	9	14	6.8
Janv. 1916..	5	6	7	13	6.1	15	3	7	6	4.0
Février.....	1	7	6	15	7.4	2	4	6	17	7.3
Mars.....	1	3	7	20	7.9	2	4	6	19	7.6
Avril.....	4	7	6	13	6.1	8	4	5	13	5.9
Mai.....	7	7	5	12	5.6	7	4	4	16	6.3
Juin.....	4	7	8	11	6.0	5	9	6	10	6.0
Juillet... ..	11	7	3	10	4.9	9	4	4	14	5.9
Août.....	14	6	4	7	3.8	10	6	8	7	4.9
Septembre..	10	7	4	9	5.0	7	5	5	13	6.0
Octobre....	7	8	3	13	5.8	10	5	4	12	5.0
Novembre..	1	7	8	14	7.0	10	5	3	12	5.3
Décembre..	1	1	6	23	8.1	4	3	10	14	6.9
Hiver... ..	7	16	22	46	7.0	20	12	22	37	6.0
Printemps..	12	17	18	45	6.5	17	12	15	48	6.6
Eté.....	29	20	15	28	4.9	24	19	18	31	5.6
Automne...	18	22	15	36	5.9	27	15	12	37	5.4
Année mét..	66	75	70	155	6.1	88	58	67	153	5.9
» civile.	66	73	67	160	6.1	89	56	68	153	5.9

gurent également dans le tableau, multipliées par 10 pour les ramener à la nouvelle échelle adoptée depuis l'année 1901.

Comme 1915, 1916 est à peu près normale au point de vue de la nébulosité. A *Genève* elle est un peu plus claire que la moyenne, au *Grand St-Bernard* un peu plus nuageuse.

A Genève le mois le plus clair a été août ; mais au point de vue relatif c'est janvier. Au Saint-Bernard le mois le plus clair est janvier au point de vue absolu, octobre au point de vue relatif, mois relativement clair aussi à Genève.

Le mois le plus nuageux à Genève est le mois de mars, au double point de vue absolu et relatif, pour l'année météorologique. Pour l'année civile, il est dépassé, absolument parlant, par décembre 1916. Au Grand Saint-Bernard, mars est aussi le mois le plus nuageux au point de vue absolu ; mais, au point de vue relatif, il est dépassé par les deux mois de décembre, 1915 et 1916.

Le *tableau XXXII* indique, pour Genève, le nombre de jours de brouillard observés. Il y en a de nouveau moins que la

XXXI. Ecarts de la nébulosité. 1916.

PÉRIODE	GENÈVE		SAINT-BERNARD	
	Moyennes 1847-1875	Ecarts pour 1916	Moyennes 1846-1867	Ecarts pour 1916
Décembre 1915....	8.3	- 0.7	4.5	+ 2.3
Janvier 1916.....	7.9	- 1.8	5.0	- 1.0
Février.....	6.7	+ 0.7	5.3	+ 2.0
Mars.....	6.1	+ 1.8	5.9	+ 1.7
Avril.....	5.8	+ 0.3	6.7	- 0.8
Mai.....	5.8	- 0.2	6.9	- 0.6
Juin.....	5.4	+ 0.6	6.5	- 0.5
Juillet.....	4.4	+ 0.5	5.5	+ 0.4
Août.....	4.7	- 0.9	5.8	- 0.9
Septembre.....	4.9	+ 0.1	5.8	+ 0.2
Octobre.....	6.9	- 1.1	6.1	- 1.1
Novembre.....	7.9	- 0.9	5.4	- 0.1
Décembre.....	8.3	- 0.2	4.5	+ 2.4
Hiver.....	7.7	- 0.7	4.9	+ 1.1
Printemps.....	5.9	+ 0.6	6.5	+ 0.1
Eté.....	4.8	+ 0.1	5.9	- 0.3
Automne.....	6.6	- 0.7	5.8	- 0.4
Année météorolog..	6.2	- 0.1	5.8	+ 0.1
Année civile.....	6.2	- 0.1	5.8	+ 0.1

moyenne, comme de 1908 à 1913 et en 1915 ; il n'y a eu qu'un jour où l'on ait noté le brouillard toute la journée : le 31 décembre 1915 pour l'année météorologique et le 3 décembre 1916 pour l'année civile.

XXXII. Brouillard. GENÈVE, 1916.

PÉRIODE	Brouillard tout le jour	Brouillard une partie de la journée	Nombre total
Décembre 1915	1	1	2
Janvier 1916	—	3	3
Février	—	—	—
Mars	—	3	3
Avril	—	1	1
Mai	—	—	—
Juin	—	1	1
Juillet	—	1	1
Août	—	—	—
Septembre	—	2	2
Octobre	—	5	5
Novembre	—	1	1
Décembre	1	3	4
Année météorolog.	1	18	19
Année civile	1	20	21

VIII. — Durée d'insolation

Les deux héliographes installés à l'observatoire en 1886 et en 1909 ont fonctionné parallèlement toute l'année ; les deux *tableaux XXXIII* et *XXXIV* fournissent, heure par heure, la *marche diurne de la durée d'insolation* indiquée par les deux instruments, aux divers mois, saisons et dans l'année 1916, la vingtième où ces observations se font à Genève avec le plus ancien des deux. Les deux dernières colonnes des tableaux donnent la durée totale d'insolation et la moyenne diurne pour les différentes périodes de l'année.

L'année 1916 est la vingtième depuis l'installation du plus ancien des deux héliographes. Nous pouvons donc établir des moyennes un peu plus valables pour la durée d'insolation que celles que nous avions données dans le résumé de 1911

XXXIII. Marche diurne de la durée d'insolation. GENÈVE, 1916 (Ancien héliographe).

Période	Matin								Soir								Durée d'insolation	Moyenne diurne
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8		
	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Déc. 1915...	—	—	—	—	0.5	2.9	3.5	6.8	6.7	8.9	5.2	1.0	—	—	—	—	35.5	1.15
Janv. 1916..	—	—	—	—	—	5.2	10.4	12.9	12.3	13.3	11.4	7.7	—	—	—	—	73.2	2.36
Février.....	—	—	—	0.9	1.5	2.8	5.5	6.9	7.4	6.4	7.8	5.2	1.0	—	—	—	45.4	1.57
Mars.....	—	—	—	2.1	5.4	7.5	7.8	6.2	7.2	7.9	6.9	4.3	3.1	0.3	—	—	58.7	1.89
Avril.....	—	—	3.1	8.0	10.4	13.6	14.6	17.2	17.5	18.3	16.8	16.2	11.8	7.0	1.1	—	155.6	5.19
Mai.....	—	2.5	12.3	14.3	15.5	17.9	18.8	18.6	17.1	18.3	17.4	15.5	14.7	13.0	6.1	—	202.0	6.52
Juin.....	—	1.7	9.1	12.4	14.1	16.3	16.1	19.1	17.7	16.5	14.6	16.5	14.2	11.8	6.4	—	186.5	6.22
Juillet.....	—	3.6	14.9	16.0	17.1	17.2	17.6	19.2	20.0	19.4	18.5	17.3	15.5	13.7	6.5	—	216.5	6.98
Août.....	—	0.5	16.4	19 6	20.1	22.2	20.4	20.9	20.7	21.9	23.8	21.9	20.1	19.4	3.6	—	251.5	8.11
Septembre..	—	—	0.6	9.3	11.3	12.3	15.6	18.6	20.0	19.8	19.4	19.0	14.3	4.1	—	—	164.3	5.48
Octobre	—	—	—	3.3	8.8	12.2	15.5	15.7	18.2	16.4	15.8	14.8	10.4	0.4	—	—	131.5	4.24
Novembre ..	—	—	—	0.3	0.8	4.0	10.3	9.1	9.8	9.5	8.7	5.5	0.2	—	—	—	58.2	1.94
Décembre...	—	—	—	—	0.1	3.1	3.9	4.3	4.1	4.1	3.0	0.6	—	—	—	—	23.2	0.75
Hiver.....	—	—	—	0.9	2.0	10.9	19.4	26.6	26.4	28.6	24.4	13.9	1.0	—	—	—	154 1	1.69
Printemps..	—	2.5	15.4	24.4	31.3	39.0	41.2	42.0	41.8	44.5	41.1	36.0	29.6	20.3	7.2	—	416.3	4.53
Eté.....	—	5.8	40.4	48.0	51.3	55.7	54.1	59.2	58.4	57.8	56.9	55.7	49.8	44.9	16.5	—	654.5	7.11
Automne...	—	—	0.6	12.9	20.9	28.5	41.4	43.4	48.0	45.7	43.9	39.3	24.9	4.5	—	—	354.0	3.89
Année mét.	—	8.3	56.4	86.2	105.5	134.1	156.1	171.2	174.6	176.6	166.3	144.9	105.3	69.7	23.7	—	1578.9	4.31
Année civ..	—	8.3	56.4	86.2	105.1	134.3	156.5	168.7	172 0	171.8	164.1	144.5	105.3	69.7	23.7	—	1566.6	4.28

XXXIV. Marche diurne de la durée d'insolation. GENÈVE, 1916 (Nouvel héliographe).

PÉRIODE	MATIN								SOIR								Durée d'insolation	Moyenne diurne
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8		
	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Décembre 1915.	—	—	—	—	2.0	5.4	4.7	8.0	7.5	9.8	6.5	2.6	—	—	—	—	46.5	1.50
Janvier 1916...	—	—	—	—	0.4	7.1	11.6	13.9	13.1	14.2	11.9	10.6	0.2	—	—	—	83.0	2.68
Février.....	—	—	0.2	1.9	2.7	3.9	6.9	8.0	7.9	7.6	8.4	5.7	2.0	—	—	—	55.2	1.90
Mars.....	—	—	0.2	3.9	7.0	9.5	10.1	7.8	8.4	9.9	8.8	6.1	4.1	1.5	—	—	77.3	2.49
Avril.....	—	0.9	5.8	9.2	12.4	14.8	15 3	18.6	18.0	20.4	18.4	17.5	13.6	9.5	3.3	—	177.7	5.92
Mai.....	0.1	8.6	14.9	16.4	17.2	19.9	20.7	20.8	19.0	19.5	19.3	16.7	15.5	14 8	11.8	0.9	236.1	7.62
Juin.....	0.5	6 9	11.6	15.0	16.7	18.8	18.6	21.0	19.6	18.5	16 2	18.7	17.0	13.7	12.3	4.1	229.2	7.64
Juillet.....	0.4	11.9	17.0	18.2	20.5	20 0	20.0	20.7	21.8	21.5	21.0	19.8	18.2	16.7	13.1	1.8	262.6	8.47
Août.....	—	6.8	19.5	20.5	20.9	22.8	20.6	21.4	21.2	22.3	25.1	22.4	20.8	21.1	13.0	0.1	278.5	8.98
Septembre.....	—	—	2.5	11.5	13.1	14.0	16.4	19.1	20.4	20.6	20.8	20.2	15.4	7.7	0.6	—	182.3	6.08
Octobre.....	—	—	0.1	5.0	10.9	14.6	16 5	17.3	18.6	17.1	15.8	15.1	12.4	1.3	—	—	144.7	4 67
Novembre.....	—	—	—	0.7	2.2	6.3	11 6	11.2	11.4	9.7	9.5	6.5	0.6	—	—	—	69 7	2.32
Décembre.....	—	—	—	—	1 0	3.7	4.1	4.7	5.1	4.8	3.6	1.9	—	—	—	—	28.9	0.93
Hiver.....	—	—	0.2	1.9	5.1	16.4	23.2	29.9	28 5	31.6	26.8	18.9	2.2	—	—	—	184.7	2.03
Printemps.....	0.1	9 5	20 9	29.5	36.6	44.2	46.1	47.2	45.4	49.8	46.5	40.3	33.2	25.8	15.1	0.9	491.1	5.34
Eté.....	0.9	25.6	48.1	53.7	58.1	61.6	59.2	63.1	62.6	62.3	62.3	60.9	56.0	51.5	38.4	6.0	770 3	8.37
Automne.....	—	—	2 6	17.2	26.2	34.9	44.5	47.6	50.4	47.4	46.1	41.8	28.4	9.0	0.6	—	396.7	4.36
Année métérol.	1.0	35.1	71.8	102.3	126.0	157.1	173.0	187.8	186.9	191.1	181.7	161.9	119.8	86.3	54.1	6.9	1842.8	5.04
Année civile....	1.0	35.1	71.8	102.3	125.0	155.4	172.4	184.5	184.5	186.1	178.8	161.2	119.8	86.3	54.1	6.9	1825.2	4.99

après 15 ans de fonctionnement de cet appareil. Voici ces moyennes :

MOYENNES DE 20 ANS POUR LA DURÉE D'INSOLATION A GENÈVE

Décembre	36	heures	Juin	218	heures
Janvier	43	»	Juillet	254	»
Février	86	»	Août	249	»
Mars	123	»	Septemb.	170	»
Avril	162	»	Octobre	110	»
Mai	201	»	Novemb.	58	»
Hiver	165		Eté	721	
Printemps	486		Automne	338	
	Année		1710 heures		

Le maximum d'insolation était en 1911, avec 2010 heures, et comme c'était la 15me année, la moyenne des 15 premières années en était fortement influencée et montait à 1738 heures. Le minimum a eu lieu en 1897, avec 1548 heures. 1914 et 1916 ont aussi fourni moins de 1600 heures d'insolation.

1916 est donc une année à insolation faible, comme du reste toutes les années depuis 1910, à l'exception de la belle année 1911. Le déficit de 1916 est de 131 heures d'après la nouvelle moyenne ; il aurait été de 159 d'après l'ancienne. Ce déficit se compose de déficits de 11 heures en hiver, 70 au printemps, 66 en été et d'un excédent de 16 heures en automne, dû au mois d'octobre qui a été relativement beau et sec.

Le maximum d'insolation mensuel a eu de nouveau lieu cette année en août, comme en 1915, mois qui a été du reste le moins nébuleux. Le minimum est en décembre pour l'année météorologique comme pour l'année civile, grâce aux vilains mois de décembre de 1915 et de 1916. En outre l'année civile a été encore moins ensoleillée que l'autre.

Le total général du tableau XXXIV dépasse de 264 heures celui du tableau XXXIII. C'est presqu'exactement le même chiffre qu'en 1915. La différence de sensibilité des deux héliographes semble donc assez constante depuis trois ans, comme de 1909 à 1911. La différence était beaucoup plus forte en 1912 et en 1913 (357 heures et 340 heures).

Le *tableau XXXV* est destiné à faire ressortir la différence entre la durée d'insolation du matin et celle de l'après-midi. Comme les appareils sont réglés sur le temps solaire *vrai*, les durées devraient être égales théoriquement, mais, en pratique, elles sont différentes. Le tableau les donne pour les deux héliographes, et il donne aussi la différence *soir-matin* de deux façons, en *heures* et en *pour cent* du total d'heures d'insolation.

L'excédent d'insolation du soir par rapport au matin est maximum cette année en hiver, et moindre pour les autres saisons. La différence est dans le même sens aux deux appareils ; elle n'est en sens contraire que pour le mois de mai, et seulement au nouvel héliographe.

Le *tableau XXXVI* a été constitué, comme les années précédentes, pour faire ressortir, entre la nébulosité et la durée

XXXV. Durée d'insolation avant et après midi. GENÈVE, 1916.

PÉRIODE	MATIN Nombre d'heures		SOIR Nombre d'heures		DIFFÉRENCE Soir — Matin nombre d'heures		DIFFÉRENCE Soir — Matin %	
	Anc. H.	Nouv. H.	Anc. H.	Nouv. H.	Anc. H.	Nouv. H.	Anc. H.	Nouv. H.
Décembre 1915	13.7	20.1	21.8	26.4	+ 8.1	+ 6.3	+22.8	+13.5
Janvier 1916..	28.5	33.0	44.7	50.0	+16.2	+17.0	+22.1	+20.5
Février	17.6	23.6	27.8	31.6	+10.2	+ 8.0	+22.5	+14.5
Mars.....	29.0	38.5	29.7	38.8	+ 0.7	+ 0.3	+ 1.2	+ 0.4
Avril	66.9	77.0	88.7	100.7	+21.8	+23.7	+14.0	+13.3
Mai.....	99.9	118.6	102.1	117.5	+ 2.2	- 1.1	+ 1.1	- 0.5
Juin	88.8	109.1	97.7	120.1	+ 8.9	+11.0	+ 4.8	+ 4.8
Juillet	105.6	128.7	110.9	133.9	+ 5.3	+ 5.2	+ 2.4	+ 2.0
Août.....	120.1	132.5	131.4	146.0	+11.3	+13.5	+ 4.5	+ 5.0
Septembre....	67.7	76.6	96.6	105.7	+28.9	+29.1	+17.6	+16.0
Octobre	55.5	64.4	76.0	80.3	+20.5	+15.9	+15.6	+11.0
Novembre	24.5	32.0	33.7	37.7	+ 9.2	+ 5.7	+15.8	+ 8.2
Décembre.....	11.4	13.5	11.8	15.4	+ 0.4	+ 1.9	+ 1.7	+ 6.6
Hiver	59.8	76.7	94.3	108.0	+34.5	+31.3	+22.4	+16.9
Printemps	195.8	234.1	220.5	257.0	+24.7	+22.9	+ 5.9	+ 4.7
Eté	314.5	370.3	340.0	400.0	+25.5	+29.7	+ 3.9	+ 3.9
Automne	147.7	173.0	206.3	223.7	+58.6	+50.7	+16.6	+12.8
Année mét....	717.8	854.1	861.1	988.7	+143.3	+134.6	+ 9.1	+ 7.3
Année civile ..	715.5	847.5	851.1	977.7	+135.6	+130.2	+ 8.7	+ 7.1

d'insolation, la relation établie par Billwiller [1], qui avait trouvé que la valeur de la nébulosité moyenne d'une période est, à peu de chose près, égale au rapport entre les heures de non-insolation *(t—i)* et le total d'heures d'insolation théoriquement possible *(t)*.

Les colonnes du tableau XXXVI s'expliquent ainsi facilement. Le rapport $\frac{t-i}{t}$ a été multiplié par dix, afin d'être rendu comparable à la nébulosité moyenne de chaque période, dont les valeurs ont été empruntées au tableau XXX.

La relation de Billwiller ne correspond pas mieux que les sept années précédentes aux indications fournies par les héliographes. Il y a toujours d'assez fortes divergences quantitatives dans les différences des deux dernières colonnes. On trouve, cette

XXXVI. Comparaison de la durée de la non-insolation a la nébulosité moyenne. GENÈVE, 1916.

Période	Durée théorique d'insolation t	Rapport $\frac{t-i}{t} \times 10$ Héliographe ancien	Rapport Héliographe nouveau	Nébulosité moyenne	Différence Héliographe ancien	Différence Héliographe nouveau
	h					
Décembre 1915	270	8.7	8.3	7.6	+ 1.1	+ 0.7
Janvier 1916 .	282	7.4	7.1	6.1	+ 1.3	+ 1.0
Février	291	8.4	8.1	7.4	+ 1.0	+ 0.7
Mars	371	8.4	7.9	7.9	+ 0.5	0.0
Avril	408	6.2	5.6	6.1	+ 0.1	- 0.5
Mai	465	5.7	4.9	5.6	+ 0.1	- 0.7
Juin	471	6.0	5.1	6.0	0.0	- 0.9
Juillet	475	5.4	4.5	4.9	+ 0.5	- 0.4
Août	437	4.2	3.6	3.8	+ 0.4	- 0.2
Septembre ...	375	5.6	5.1	5.0	+ 0.6	+ 0.1
Octobre	338	6.1	5.7	5.8	+ 0.3	- 0.1
Novembre	284	8.0	7.5	7.0	+ 1.0	+ 0.5
Décembre	270	9.1	8.9	8.1	+ 1.0	+ 0.8
Hiver	843	8.2	7.8	7.0	+ 1.2	+ 0.8
Printemps	1244	6.7	6.1	6.5	+ 0.2	- 0.4
Eté	1383	5.3	4.4	4.9	+ 0.4	- 0 5
Automne	997	6.4	6.0	5.9	+ 0.5	+ 0.1
Année mét ...	4467	6.5	5.9	6.1	+ 0.4	- 0.2
Année civile ..	4467	6.5	5.9	6.1	+ 0.4	- 0.2

[1]) *Archives*, 1889, t. XXI, p. 404.

année encore, que, pour l'ancien héliographe, la relation se confirme bien d'avril à juin puis en octobre ; médiocrement pour mars et juillet à septembre ; mal pour les autres mois. Pour le nouvel appareil les écarts sont aussi positifs en hiver et en automne, mais ils deviennent négatifs, et parfois fortement, d'avril à août.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

PENDANT LES MOIS DE

Décembre 1916, janvier et février 1917

(HIVER 1917)

OBSERVATIONS DIVERSES

Décembre 1916

Brouillard. — I. *Brouillard pendant une partie de la journée:* le 3 à Lavey; les 1, 4, 5 et 17, à Savatan ; le 13, à Dailly et à l'Aiguille. II. *Brouillard pendant tout le jour :* les 1 et 2, à Lavey ; les 2, 3 et 13, à Savatan.

Neige sur le sol : du 14 au 18, à Lavey ; du 14 au 22, à Savatan ; du 1er au 29, à Dailly, et du 1er au 30, à l'Aiguille.

Fœhn : le 21 aux quatre stations.

Janvier 1917

Brouillard. — I. *Brouillard pendant une partie de la journée :* les 27 et 28, à Lavey ; le 8 à Savatan ; les 5, 16, 17, 25, 27 et 29, à Dailly ; les 16, 17, 25 et 27, à l'Aiguille. II. *Brouillard pendant tout le jour :* le 24, à Dailly et à l'Aiguille.

Neige sur le sol : du 8 au 31, à Lavey et Savatan et du 6 au 31, à Dailly et à l'Aiguille.

Février 1917

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée:* le 18 à Lavey ; les 10, 11 et 12, à Savatan ; les 7, 8, 21, 22 et 23, à Dailly ; les 7, 8, 21 et 23, à l'Aiguille.

Neige sur le sol : du 1er au 16, à Lavey et Savatan ; du 1er au 23 et les 27 et 28, à Dailly ; du 1er au 24, et les 27 et 28 à l'Aiguille.

MOIS DE DÉCEMBRE 1916

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	702.8	654.7	- 0.3	4.9	88	**37**	10	6	8	....	....	...	....	....	...	....	....
2	703.6	652.5	0.3	4 5	100	57	10	10	8	....	....	....	....	....	...	....	...
3	704.5	655.8	- 0.1	3.5	100	54	10	10	4	....	....	....	....	....	....	....	...
4	699.1	652.1	2.2	0.2	67	67	10	9	7	17.1	**9**	22.1	**24**	**34.4**	**42**	**36.7**	**45**
5	695.1	648.1	- 2.6	**- 5.2**	98	98	10	10	10	2.1	2	5.2	6	6.8	3	6.4	3
6	696.0	649.0	**- 2.7**	- 3.3	94	83	4	3	4	....	....	....	....	....	....	....	....
7	698.3	650.2	- 1.7	- 3.5	91	81	6	7	8	3.2	3	3.0	3	5.6	4	5 7	4
8	700.6	651.6	- 1.5	- 5.0	100	91	8	10	8	....	....	....	....	....	....	....	....
9	693.7	645.1	- 1.7	- 4.0	67	63	2	4	4	....	....	....	...	....	....	....	....
10	688.2	641.3	0.3	- 2.2	70	55	8	7	6	....	....	....	....	...	....	....	....
11	688.3	638.5	0.6	- 1.7	78	64	6	6	6	...	....	0.2	....	....	....	....	....
12	**685.1**	**638.3**	2.3	- 1.2	59	68	10	9	10	6.0	....	2.9	....	3.1	4	4.4	5
13	685.4	638.7	0.1	- 2.4	100	100	10	10	10	19.0	3	16.0	12	17.9	14	17.6	15
14	689.7	641.9	0.5	- 3.1	63	85	3	2	6	....	....	0.3	1	0.6	1	0.7	1
15	691.3	642.5	0.1	- 2.1	100	76	9	8	7	....	....	0 5	1	0.9	1	0.7	1
16	699.1	649.5	- 0.5	- 3.2	61	55	0	1	1	....	....	...	....	....	....	....	....
17	695.3	646.3	- 0.5	- 3.2	71	78	10	10	10	3.8	1	6.0	8	1.4	3	1.5	4
18	688 2	643.3	0.3	- 1.9	87	95	10	10	9	7.2	....	8.0	4	10.4	10	10.5	11
19	690.2	641 9	- 0.7	- 3.3	95	100	7	7	6	...	....	....	....	....	...	....	....
20	692.4	643.6	0.0	- 3.1	57	48	7	6	6	7.3	....	7.7	7	....	....	....	....
21	692.0	644.5	3.1	0.4	**55**	69	6	4	5	7.0	....	4.6	....	0.6	2	0.5	2
22	700.6	645.5	3.9	2.2	56	60	7	7	6	....	....	0.5	....	0.2	....	0.3	....
23	700.4	652.5	4.3	2.3	78	86	10	9	8	20.0	....	23.5	....	5.9	1	6.2	1
24	704.1	654 6	3.9	1.2	69	83	8	7	7	10.0	....	12.2	....	13.6	....	12.9	....
25	702.4	653.9	2.3	4.3	100	94	10	10	10	**24.5**	....	**34.2**	....	29.7	....	29.5	....
26	701.0	655.3	**6.1**	**5.4**	81	80	8	8	9	6.7	....	5.8	....	8.4	....	8.3	....
27	701.7	657.4	5.5	3.0	88	97	10	9	9	1 6	....	2.6	....	1.3	....	1.0	....
28	711.0	662.6	3.3	2.2	78	72	3	3	1	....	....	....	....	....	....	....	...
29	**712.5**	**664.0**	2.1	3.6	56	55	6	3	5	....	....	....	....	....	....	....	....
30	709.7	660.0	3.8	4.4	83	51	10	10	9	2 6	....	2 4	....	1.3	....	1.4	....
31	712 2	663 3	4.7	3.4	91	61	10	10	9	0.7	....	1.4	....	1.9	....	1.8	....
Mois	697.89	649.62	1.21	- 0.10	80	73	7.7	7.3	7.0	138.8	18	159.1	66	144.0	85	146.1	92

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1916

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade ...	699.11	697.93	697.51	698.19	651 02	649.29	649.77	650.03
2me » ...	690.31	689.99	691.21	690.50	642.34	642.43	642.55	642.44
3me » ...	704.17	703.73	705.12	704.34	655.16	655.88	656.28	655.77
Mois..	698 07	697.43	698 18	697.89	649.69	649.42	649.75	649.62

Température.

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade ...	- 1.66	0.43	- 1.10	- 0.78	- 2.9	1.7
2me » ...	- 0.76	1.47	- 0.07	0.21	- 2.2	2.3
3me » ...	3.00	5.29	3.51	3.93	1.0	6.3
Mois..	0.28	2.49	0.87	1.21	- 1.3	3.6

	Dailly					
1re décade ...	- 1.86	0.85	- 2.05	- 1.02	- 3.7	1.5
2me » ...	- 3.00	- 1.84	- 2.73	- 2.52	- 5 2	- 0.7
3me » ...	2.15	3.59	3.09	2.94	- 0.5	6 0
Mois..	- 0.80	0.95	- 0.45	- 0.10	- 3.0	2.4

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade ...	87	82	93	87	71	65	71	69
2me » ...	80	65	86	77	77	74	80	77
3me » ...	81	68	79	76	75	67	75	72
Mois..	83	72	86	80	74	69	75	73

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade ...	8.3	7.6	7.4	7.8	7.2	7.3	8.4	7.6	5.4	6.3	8.3	6.7
2me » ...	6.1	7.9	7.9	7.3	6.2	7.9	6.9	7.0	7.3	7.6	6.3	7.1
3me » ...	6.9	8.3	8.7	8.0	7.1	8.0	6.7	7.3	6.7	7.3	7.4	7.1
Mois..	7 1	7.9	8.0	7.7	6 8	7.7	7.3	7 3	6.5	7.1	7.3	7.0

MOIS DE JANVIER 1917

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne Savatan	Baromètre Hauteur moyenne Dailly	Thermomètre Température moyenne Savatan	Thermomètre Température moyenne Dailly	Hygromét. Fraction de saturation moyenne Savatan	Hygromét. Fraction de saturation moyenne Dailly	Nébulosité moyenne Lavey	Nébulosité moyenne Savatan	Nébulosité moyenne Dailly	Pluie et Neige (hauteur mesurée) Lavey Pluie	Lavey Neige	Savatan Pluie	Savatan Neige	Dailly Pluie	Dailly Neige	Aiguille Pluie	Aiguille Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	**711.6**	662.3	5.5	4.0	97	97	10	10	9	1.8	...	2.3	...	2.7	....	2.6	....
2	711.3	**663.2**	6.1	2.9	83	88	9	6	8	....	....	....	....	....	....	...	....
3	708.1	660.7	6.0	6.0	88	76	7	8	7	1 4	....	1.8	....	2.8	....	2.9	....
4	703.1	657.0	**6.4**	**8.2**	64	**35**	4	1	1	0 2	....	0.5	....	0.3	....	0.4	....
5	704.9	656.3	0.6	- 2.1	81	96	10	10	9	1.5	...	1.7	...	3.9	2	3.7	3
6	704.7	656.8	- 0.9	- 3 7	61	77	3	3	4	...	....	...	....	0.8	2	0.8	1
7	703.4	655.2	0.2	- 3.4	69	71	4	5	7	....	....	0.1	....	....	....	....	....
8	690.7	644.7	- 2 1	- 5.7	81	87	10	10	6	**12.0**	**10**	**10.4**	**10**	**5.1**	8	5.2	9
9	688.9	640.8	- 2.3	- 4.0	100	69	3	2	3	....	....	0.6	1	0.7	1	0.6	1
10	693.6	643.7	- 2 6	- 5.3	100	70	8	9	8	0.5	1	1.7	3	4.7	3	4 6	3
11	698.5	648.3	- 4.0	- 6.4	100	67	0	2	2	....	....	....	....	...	....	....	....
12	695.0	646.2	- 4.3	- 4.8	91	67	8	7	8	....	....	....	....	0 2	....	0.2	1
13	689.8	642.0	- 2.9	- 4.9	76	65	5	5	8	...	....	....	....	0.3	1	0.4	1
14	688.0	641.3	- 0 7	- 5.6	**42**	56	7	7	7	....	....	...	....	0.4	1	0.5	1
15	690.0	641.7	- 0.8	- 3.2	79	89	10	9	7	....	....	....	...	....	....	...	....
16	**687.2**	**638.6**	- 2.5	- 4.2	98	91	10	10	9	1.8	2	2.1	3	1.2	2	1.3	1
17	692.9	644.0	- 3.2	- 6.4	95	100	10	10	10	1.0	1	2.2	3	0.9	1	1.2	2
18	696.9	647.3	- 3.7	- 7.8	79	100	9	10	9	....	....	0.2	1	3.8	3	3.6	3
19	699.2	648 5	- 4.9	- 6.4	72	91	0	2	4	....	....	....	...	....	....	....	....
20	703.7	655.8	- 4.9	- 0.4	78	45	0	0	0	....	...	...	....	....	....	...	....
21	707.5	658.2	- 4.4	- 1.9	87	51	0	0	1	....	...	....	....	....	....	.. .	....
22	707.0	657.8	- 3.4	- 2.3	81	54	2	2	1	....	...	...	.. .	....	. ..	....	....
23	703.4	654.1	- 4.8	- 5.7	84	75	3	3	4	...	....	.. .	....	....	....	....	....
24	698.9	649.3	- 6.3	- 9.7	95	100	10	10	10	....	....	....	....	....	....	....	....
25	699.7	650.6	- 5.8	- 7.6	71	87	3	3	7	....	....	....	....	..	....	....	....
26	696.7	649.7	- 4.1	- 4.0	63	57	3	3	4	....	....	....	....	....	. .	....	....
27	693.0	647.5	- 5.7	- 8.6	83	100	10	10	10	5.6	8	5.2	8	3.8	3	4.2	4
28	690.3	644.7	- 8.2	- 9.9	100	98	10	10	9	7.2	**10**	6.0	**10**	5.0	**12**	**5.4**	**13**
29	691.9	642.1	- 9.3	-11.3	94	95	10	10	7	...	...	....	....	1.2	1	1.0	1
30	690.7	641.5	- 9.4	-10.8	87	94	9	6	7	....	....	....	...	...	....	....	.. .
31	692.4	643.8	**- 9.7**	**-12.3**	88	93	10	10	8	1.2	1	1 0	3	4.2	6	5.9	7
Mois	697.84	649.48	-2.77	- 4.42	83	79	6.4	6.3	6.3	34.2	33	35.8	42	42.0	46	44.5	51

MOYENNES DU MOIS JANVIER 1917

Pression atmosphérique

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade ...	702.29	702.06	701.73	702.03	654.45	654.28	653.46	654.06
2me » ...	693.58	694.21	694.56	694.12	644.99	645.37	645.80	645.38
3me » ...	697.73	697.20	697.29	697.41	649.08	649.41	648.59	649.03
Mois..	697.86	697.83	697.84	697.84	649.49	649.68	649.26	649.48

Température

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade ...	1.16	2.64	1.31	1.70	- 0.2	3.7
2me » ...	- 4.73	- 1.40	- 3.41	- 3.18	- 5.4	-0.6
3me » ...	- 7.55	- 5.01	- 6.81	- 6.46	- 8.7	-4.5
Mois..	- 3.83	- 1.38	- 3.09	- 2.77	- 4.9	-0.6

	Dailly					
1re décade ...	- 0.75	0.58	- 0.71	- 0.29	- 2.7	2.1
2me » ...	- 5.65	- 4.25	- 5.15	- 5.02	- 7.8	-3.0
3me » ...	- 8.55	- 5.99	- 8 36	- 7.63	-10.4	-4.6
Mois..	- 5.10	- 3.31	- 4.86	- 4.42	- 7.1	-1.9

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade ...	85	82	80	82	74	78	79	77
2me » ...	90	70	82	81	78	78	76	77
3me » ...	88	77	89	85	82	79	85	82
Mois ..	88	76	84	83	78	78	80	79

Nébulosité

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade ...	7.4	7.1	5.9	6.8	7.4	6.5	5.4	6.4	7.1	6.0	5.3	6.2
2me » ...	7.0	6.6	4.3	6.0	6.9	7.5	4.2	6.2	7.2	7.0	5.1	6.4
3me » ...	6.2	5.9	7.3	6.5	6.4	5.0	7.3	6.2	6 1	5.1	7.5	6.2
Mois..	6.9	6.5	5.9	6.4	6.9	6 3	5.7	6.3	6.8	6.0	6.0	6.3

MOIS FÉVRIER 1917

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	697.3	646.9	- 8.9	**-11.6**	66	94	3	2	2	....	....	....	....	....	....	....	....
2	696.4	645.9	**- 9.1**	- 8.9	84	55	3	2	4	....	....	....	....	....	....	....	....
3	696.5	646.6	**- 9.1**	- 9.2	83	66	9	6	2	....	....	....	....	....	....	....	....
4	698.6	**645.2**	- 6.9	- 7.0	67	43	3	4	3	....	....	....	....	....	....	....	....
5	698.3	648.5	- 3.0	- 5.0	75	67	10	10	10	**1.5**	1	**1.5**	1	0.4	1	0.7	1
6	**696.3**	647.9	- 3.7	- 3.8	93	53	10	10	6	....	....	....	....	....	....	....	....
7	699.9	650.7	- 4.5	- 7.4	84	**99**	10	10	10	....	....	....	....	....	....	....	....
8	704.5	654.2	- 6.1	- 6.7	86	80	10	10	3	....	....	....	....	....	....	....	....
9	704.8	655.5	- 6.2	- 1.4	87	40	10	10	1	....	....	....	....	....	....	....	....
10	703.3	655.4	- 5.7	0.9	93	37	10	5	1	....	....	....	....	....	....	....	....
11	700.7	651.8	- 3.8	1.4	89	45	7	4	4	1.0	**2**	1.3	**2**	**1.5**	**2**	**1.8**	**3**
12	700.8	651.9	- 1.1	- 0.9	84	60	7	6	5	....	....	....	....	....	....	....	....
13	703.9	654.1	- 1.0	- 1.4	63	45	1	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
14	705.4	655.9	- 2.8	- 0.5	72	38	0	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
15	706.4	657.3	- 4.0	0.5	87	29	0	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
16	707.4	658.6	- 1.8	2.7	62	**22**	1	3	3	....	....	....	....	....	....	....	....
17	708.2	659.0	2.3	**4.0**	48	27	5	6	5	....	....	....	....	....	....	....	....
18	706.7	658.0	2.5	1.3	78	85	6	9	6	....	....	....	....	....	....	....	....
19	706.4	658.2	0.8	- 0.4	77	74	4	5	5	....	....	....	....	....	....	....	....
20	705.0	656.1	1.9	- 0.1	73	67	6	7	7	....	....	....	....	0.2	1	0.3	1
21	702.0	654.0	2.4	0.5	96	**99**	9	9	10	0.7	....	1.0	....	0.8	....	0.7	....
22	705.2	656.5	1.6	1.1	**99**	85	9	7	5	....	....	....	....	0.2	1	0.4	1
23	708.7	659.9	2.0	0.0	86	97	10	9	7	....	....	....	....	....	....	....	....
24	710.4	**661.0**	**2.9**	0.5	40	38	3	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
25	**710.8**	660.4	1.4	0.6	41	35	0	0	1	....	....	....	....	....	....	....	....
26	709.5	659.2	**2.9**	0.1	**37**	51	1	3	1	....	....	....	....	0.2	1	0.3	1
27	708.0	657.5	2.7	- 1.9	50	72	9	8	7	....	....	....	....	0.1	....	0.1	1
28	706.3	656.5	0.2	- 2.9	48	61	0	0	2	....	....	....	....	....	....	....	....
Mois	703.84	654.38	- 1.93	- 1.98	73	59	5.6	5.3	4.0	3.2	3	3.8	3	3.4	6	4.3	8

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1917

Pression atmosphérique

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade ...	699.03	699 64	700.11	699.59	649.49	649.63	649.88	649.67
2me » ...	705.12	704.92	705.22	705.08	656.06	656.12	656.09	656.09
3me » ...	707.63	707.37	707 84	707.61	657.81	658.40	658.15	658.12
Mois..	703.66	703.73	704.14	703.84	654.22	654 45	654.46	654.38

Température

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade ...	- 8.07	- 4.04	- 6.85	- 6.32	- 9.5	- 3.5
2me » ...	- 2.67	1.69	- 1.14	- 0.71	- 4.0	2.5
3me » ...	- 0.20	4.47	1.77	2.02	- 0.9	5.4
Mois..	- 3.90	0.44	- 2.35	- 1 93	- 5.1	1.2

	Dailly					
1re décade ...	- 7.68	- 4.10	- 6.26	- 6.01	-10.1	- 1.3
2me » ...	- 0.89	2.85	0.01	0.66	- 2.3	4.0
3me » ...	- 1.97	2.29	- 1.03	- 0.24	- 3.0	3.5
Mois..	- 3.62	0.21	- 2.53	- 1.98	- 5.3	2.0

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade ...	85	71	89	82	65	67	58	63
2me » ...	80	59	81	73	58	42	49	49
3me » ...	68	56	62	62	71	57	73	67
Mois..	78	62	79	73	64	55	59	59

Nébulosité

	Lavey				Sa--atan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade ...	7 9	7.8	8.0	7.9	6.0	7.2	7.7	7.0	4.8	4.8	3.1	4.2
2me » ...	4.0	4.5	2.6	3 7	4.8	4.4	3.8	4.3	3.5	3.2	4.3	3.7
3me » ...	6 1	4.4	5.1	5.2	4.4	3.7	5.6	4.6	4.3	3.5	4.5	4.1
Mois..	6.0	5.6	5.2	5 6	5.1	5.2	5.7	5.3	4 2	3.9	3.9	4.0

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

Séance du 5 juillet 1917

Dr Max Gonsalves. Etude pétrographique du tunnel du Simplon. — Alex. Müller. Tube à rayons X pour recherches de laboratoire. — J. Briquet. Nouvelles remarques sur la dissymétrie foliaire hétérogène chez les Ombellifères.

Dr Max Gonsalves. — *Etude pétrographique du tunnel du Simplon.*

Il y a deux hypothèses sur le massif du Simplon, l'une de M. Preiswerk, l'autre de M. Rothpletz. M. Preiswerk croit pouvoir soutenir l'hypothèse des dépôts détriques. Il dit que la pénétration réciproque des éléments granitiques englobés et du calcaire ambiant s'est effectuée pendant une recristallation générale de leur ensemble, sous l'influence des énormes laminages qui se sont fait sentir.

M. Rothpletz envisage la question d'une façon beaucoup plus simple. D'après lui, l'idée d'une intrusion du magma granitique dans des sédiments est très vraisemblable. Les deux géologues ont travaillé sur divers endroits du massif. L'étude détaillée des roches du tunnel, d'après les méthodes modernes de la pétrographie m'a permis de vérifier les deux hypothèses. *Je suis parfaitement d'accord avec celle de M. Rothpletz.*

Voici les résultats de mes recherches :

Partant de la tête nord du tunnel, les premières roches rencontrées sont des calcaires silicatés, dont le degré de métamorphisme est plus ou moins conséquent. Ces roches sont toujours bien cristallisées, et l'apport d'alumine et d'alcali donne naissance au cipolin par développement du mica. Dans cette région on trouve également des zones amphiboliques, qui peuvent être considérées comme résultant d'un métamorphisme complet du calcaire, la chaux de celui-ci étant fixée dans l'amphibole. Comme preuve de cette

manière de voir, on peut envisager le fait qu'on rencontre quantités de termes de transition entre les calcaires et les amphibolites, par développement plus ou moins considérable de l'amphibole.

Dans la zone suivante se succèdent les micaschistes plus ou moins feldspathiques, contenant parfois de l'amphibole, provenant très probablement d'une réaction plus ou moins complète avec le calcaire voisin. Dans cette même zone, on rencontre des types plus nettement gneissiques par développement du feldspath ; celui-ci étant rattachable, suivant les types, à l'orthose, aux plagioclases, et surtout au microcline.

Dans la partie médiane du tunnel, nous ne rencontrons pas les calcaires et cipolins du début, mais plutôt des roches provenant de la réaction de ces calcaires avec les éléments du gneiss ; c'est-à-dire des micaschistes et gneiss à amphibole, à épidote, etc.

Plus loin, se trouve par contre de nouveau du calcaire fortement silicaté, passant au cipolin, et en relation étroite avec les gneiss à microcline, qui le précèdent et qui le suivent. La calcite se trouve du reste comme élément accessoire de plus en plus abondant dans les gneiss, au fur et à mesure que l'on s'approche de la masse calcaire. Plus loin, on trouve une roche à épidote, et dans laquelle, à part l'épidote, on retrouve tous les autres constituants du gneiss.

Nous pouvons donc conclure à une assez grande uniformité des divers types des roches, avec des proportions évidemment plus ou moins variables d'alcali, pouvant provoquer la formation de tel ou tel feldspath. Une autre cause tendant à diversifier les roches, est la réaction avec le calcaire, tendant à créer des types riches en calcite, du cipolin, ou parmi les roches silicatées, des roches à amphibole et épidote. En ce qui concerne le gneiss lui-même, la proportion variable des divers minéraux constitutifs peut amener par places la formation des micaschistes par régression du feldspath. Dans ces gneiss, les divers minéraux montrent généralement un développement sensiblement équivalent. Dans la région nord du tunnel cependant, j'ai trouvé des types gneissiques dans lesquels le plagioclase à une tendance à se développer en porphyroblastes, qui sont plus riches en anorthite que les plagioclases de plus petites dimensions. On a donc ici pour ces porphyroblastes, l'équivalent des roches éruptives filonniennes ou d'épanchements chez lesquelles le plagioclase des phénocristaux est plus riche en anorthite que celui de la pâte.

Il est à remarquer d'une façon générale, *que ce complexe de gneiss et de calcaire est tout à fait analogue à ce que l'on peut trouver lorsqu'une masse granitique est intrusive dans des calcaires. Les roches formées par exomorphisme et par endomorphisme sont analogues à celles que j'ai étudiées.*

D'autre part, les veines d'anhydrite qui traversent les calcaires

et les gneiss sont presque pures et leur production doit être liée à la présence de failles et de diaclases. Nous pouvons donc attribuer à ces formations une origine hydrothermale, ce qui explique la disposition en filons, ainsi que la pénétration facile, soit dans les gneiss, soit dans les calcaires, avec formation des roches, dans lesquelles l'anhydrite joue le rôle d'un élément accessoire plus ou moins important.

Alex. Müller. — *Tube à rayons X pour recherches de laboratoire.*

L'auteur s'est proposé de construire un tube à rayons X qui réalise les conditions suivantes :

Construction facile à exécuter au laboratoire, et exigeant un minimum de travail et de frais.

Concentration de l'énergie des rayons X sur une petite surface.

L'appareil a été exécuté au laboratoire de physique de l'Université de Genève. Il se compose d'un tube de verre portant la cathode, et d'une pièce cylindrique en laiton. Cette pièce est munie d'un couvercle, qui est placé en face de la cathode. Le couvercle est percé au centre ; l'ouverture est fermé par l'anticathode. (Dispositif analogue à celui de M. Seitz). Cette dernière consiste dans une feuille mince en métal. Les rayons X qui se produisent à la surface intérieure de la feuille, traversent l'anticathode. Etant donné ce dispositif, on peut approcher à quelques dixièmes de millimètre de la source des rayons X. L'énergie par cm^2 est donc relativement très grande. Les pièces dont le tube est composé sont d'une grande simplicité, et peuvent être facilement remplacées. Les joints des différentes parties sont tous faits à la cire à cacheter blanche.

Le tube a servi comme source de radiation pour la détermination des longueurs d'onde caractéristiques de différents métaux. L'intensité est telle, qu'on peut voir les raies spectrales sur l'écran fluorescent. Le tube est actionné par une bobine ordinaire, c'est-à-dire avec 30-40 kilovolts et $^1/_2$-1 milliampères.

J. Briquet. — *Nouvelles remarques sur la dissymétrie foliaire hétérogène chez les Ombellifères.*

On sait que chez les Ombellifères les divisions de la feuille sont toutes dissymétriques, le côté *basiscope* étant favorisé par rapport au côté *acroscope* : la dissymétrie foliaire est *homogène*. Cette règle passait pour être générale dans la famille des Ombellifères. Nous avons cependant signalé jadis [1] quelques exceptions

[1] J. Briquet. Étude sur la morphologie et la biologie de la feuille chez l'*Heracleum Sphondylium* L. comportant un examen spécial des faits de dissymétrie et des conclusions systématiques. [*Arch. sc. phys. et nat.*, 4me pér., t. XV (1903)].

se rapportant au genre *Heracleum*, exceptions dans lesquelles la dissymétrie était hétérogène à divers degrés, certaines paires de segments présentant un développement acroscope prédominant, les autres conservant une dissymétrie basiscope. Mais ces exceptions sont très rares. Aussi est-il fort intéressant de pouvoir signaler une Ombellifère, vulgaire en Europe, qui est fréquemment dotée de dissymétrie foliaire hétérogène et se prête facilement à l'étude de ce curieux phénomène. Cette Ombellifère est le *Pastinaca sativa* L. var. *genuina* Celak.

Dans cette espèce, les feuilles basilaires et inférieures « normales » présentent deux groupes de formes différentes toutes deux caractérisées par une dissymétrie basiscope homogène des segments et de leurs divisions. Les premières feuilles sont pennatiséquées à 4-6 paires de segments, dont les ultimes confluent souvent avec le segment impair terminal. Les segments ont un pourtour ové et sont découpés en lobes ogivaux, séparés par des sinus aigus plus ou moins profonds ; ces lobes sont parfois obscurément lobulés et en tous cas pourvus de dents crénelées. Ce type de feuille est assez souvent uniquement représenté sur un même individu et remonte le long des tiges. Mais, plus fréquemment, les dernières feuilles basilaires et les caulinaires inférieures — sans différer des précédentes quant aux faits de dissymétrie — poussent la division du limbe beaucoup plus loin. La paire inférieure de segments manifeste déjà cette tendance par la formation de lobes basaux souvent complètement individualisés. Les paires suivantes son franchement pennatiséquées, avec des « entrenœuds » rachidiens bien différenciés au moins dans la région inférieure. Les paires supérieures manifestent de nouveau une réduction dans le degré de division. La feuille est donc nettement bipennatiséquée dans sa région moyenne. Entre ces deux groupes de formes vient s'intercaler un groupe intermédiaire qui amène insensiblement du premier type au second, par suite d'une division de plus en plus grande des segments moyens et d'une différenciation de plus en plus marquée des « entrenœuds » rachidiens.

Or, dans ces trois groupes de feuilles, il est très facile de rencontrer des exemples de feuilles à dissymétrie *hétérogène*. Nos observations ont porté sur plus de 200 pieds de *Pastinaca sativa*, observés entre Vandœuvres et Le Carre près Genève (fin juin-juillet 1917) : le nombre des pieds à dissymétrie hétérogène était d'environ 25 %. Nous choisissons dans notre matériel d'observations les cas caractéristiques suivants :

1er Groupe. Feuilles pennatiséquées.

I. Cinq paires de segments, la paire supérieure décurrente. Dissymétrie basiscope de toutes les paires, sauf l'inférieure ; segments ovés-allongés, à lobes basaux plus longs ou séparés par des sinus

plus profonds. Paire inférieure à segments tronqués obliquement à la base, puis superficiellement lobulés du côté basiscope, plus fortement lobulés du côté acroscope, à lobe basal acroscope longuement ogival, à nervure longue de 4 cm., tandis qu'au même niveau, la distance de la nervure médiane du segment à la marge inférieure n'est que de 0,5-1 cm.

II. Cinq paires de segments, la paire supérieure confluente avec le segment terminal. Dissymétrie basiscope de toutes les paires, sauf l'inférieure ; segments largement ovés, à lobes tous bien différenciés et grossièrement crénelés. Paire inférieure à segments arrondis à la base et grossièrement crénelés du côté basiscope, tandis que le côté acroscope présente un lobe basal érigé, séparé du reste du segment par un profond sinus, à nervure médiane atteignant 4,5 cm., alors que la distance maximale de la nervure médiane du segment à la marge dépasse à peine 3 cm. du côté basiscope.

2me Groupe. Feuilles de transition.

III. Six paires de segments, la paire supérieure décurrente et confluente avec le segment terminal, la paire suivante (en descendant) décurrente du côté basiscope. Tous les segments développent d'une façon exagérée leur paire de lobes basaux, alors que les autres lobes sont faiblement découpés sur un limbe ové-oblong, grossièrement crénelé : chaque segment a ainsi une tendance à devenir trilobé. Or, dans toutes les paires de segments, sauf l'inférieure, le lobe basal basiscope est beaucoup plus développé que le lobe basal acroscope, et séparé du reste du limbe par un sinus plus profond. Au contraire, dans la paire inférieure, le segment basal acroscope est érigé, presque complètement individualisé, à nervure médiane atteignant 4 cm., tandis que du côté basiscope ce lobe n'a pas d'équivalent.

IV. Quatre paires de segments, dont les trois supérieures à dissymétrie basiscope. Paire supérieure à segments profondément trilobés, à lobes largement ovés et confluents à la base. La paire suivante (en descendant) a ses deux lobes basaux complètement individualisés, le médian plus grand et lobulé. La 3me paire (en descendant) a des segments organisés de la même manière, mais à segment médian encore plus grand et pennatilobé. Dans la paire inférieure, les segments ont des lobes tous confluents, les baseaux plus développés ; le lobe basal acroscope de chaque segment est érigé, séparé du reste du limbe par un sinus profond, à nervure médiane longue de 5 cm., tandis que la distance maximale de la nervure médiane du segment à la marge atteint au plus 4 cm., du côté basiscope.

3me Groupe. Feuilles bipennatiséquées dans la région moyenne.

V. Cinq paires de segments, l'ultime décurrente. Deuxième paire (en descendant) trilobée, à lobes basaux séparés par un sinus profond du lobe médian grossièrement crénelé-sublobulé. Troisième paire (en descendant) à lobes basaux complètement individualisés. Quatrième paire à segments pennatiséqués, le rachis étant longuement différencié au moins entre les deux paires de lobes inférieurs. Toutes ces paires de segments ont une dissymétrie nettement basiscope. Dans la paire inférieure, les segments sont largement ovés et pennatilobés, à lobes plus développés du côté acroscope, le basal acroscope est érigé. La distance maximale de la nervure médiane du segment à la marge atteint 3,5 cm. du côté acroscope, tandis qu'elle est de 2,5 - 3 cm., du côté basiscope.

VI. Six paires du segments. Paire supérieure à segments ovés, à peine lobulés mais grossièrement crénelés. Deuxième paire (en descendant) à segments lobulés au moins à la base du côté basiscope. Troisième paire à segments de même forme, mais présentant un lobe basal basiscope entièrement individualisé. Quatrième paire à segments pennatiséqués à la base, pennatilobés dans la partie supérieure. La 5me paire est construite sur le même type, mais à « entrenœuds » du rachis plus longs et à lobes plus grands. Ces cinq paires ont toutes des segments à dissymétrie fortement basiscope. La paire inférieure à des segments à dissymétrie acroscope, largement ovés, médiocrement lobés, pourvus du côté acroscope d'un lobe basal plus ou moins érigé, séparé du reste du limbe par un sinus profond, à nervure médiane longue de 4-4,5 cm. Du côté basiscope, ce lobe n'a pas d'équivalent : la marge du limbe est obliquement convexe et crénelée.

VII. Six paires de segments, la supérieure à segments décurrents et plus nettement lobulés du côté basiscope, crénelés du côté acroscope. Deuxième paire (en descendant) pennatilobée, les lobes basiscopes plus développés, le basal ou complètement individualisé ou séparé le reste du limbe par un profond sinus. Troisième paire à organisation semblable, mais à individualisation des lobes plus accentuée. Dans la 4me paire, les segments sont pennatiséqués, à « entrenœuds » du rachis allongés et nettement différenciés, au moins les inférieurs ; lobes inférieurs individualisés et bien plus grands du côté basiscope. Le même dispositif, encore exagéré, est réalisé dans la cinquième paire. Par contre, la paire inférieure présente des segments à dissymétrie acroscope, largement ovés, superficiellement lobés ; le lobe basal acroscope fait exception : érigé, presque complètement individualisé ou séparé du reste du limbe par un sinus profond, à nervure médiane longue de 3 - 4 cm. Ce lobe n'a pas d'équivalent du côté basiscope dont les marges basales sont arrondies et crénelées.

Ces exemples choisis parmi les plus caractéristiques pourraient être multipliés, car les variantes de détail sont innombrables : il n'y a presque pas un cas qui soit parfaitement identique à un autre. Ils suffisent pour illustrer l'exemple, unique jusqu'ici dans la famille des Ombellifères et peut-être dans tout le règne végétal, d'une plante à dissymétrie foliaire *fluctuante*.

Quelques observations pour terminer. Le type de dissymétrie (homogène ou hétérogène) a une tendance très marquée à rester constant sur les diverses feuilles d'un individu donné, mais cette règle n'est pas absolue. Les causes de la dissymétrie restent aussi obscures que lorsque nous discutions en 1903 les diverses théories émises à ce sujet. Sans doute, depuis cette époque, M. Gentner [1] a montré qu'il était possible de provoquer une dissymétrie chez des feuilles symmétriques *(Boehmeria, Vitis, Rubus, Eupatorium)* et même de renverser la dissymétrie abaxiale en dissymétrie adaxiale dans des feuilles de *Begonia*, par *traumatisme*. Mais cette constatation expérimentale, très importante en soi, ne nous suggère encore rien de précis sur les causes organogéniques qui interviennent dans la production et l'orientation de la dissymétrie. Les faits de dissymétrie hétérogène et de dissymétrie fluctuante ne font que compliquer le problème. Le botaniste actuellement le plus compétent dans ces questions, M. K. Goebel, n'a pas mentionné en 1908 les faits de dissymétrie foliaire parmi les phénomènes explicables par l'expérience [2]. Et, même après les travaux de M. Gentner, M. Goebel laisse ouverte la question des causes de la dissymétrie [3].

Nous ne pouvons d'ailleurs que confirmer en tous points ce que nous avancions en 1903 [4] sur l'impossibilité de voir, avec Herbert Spencer [5], dans les faits, de dissymétrie foliaire chez les Ombellifères une adaptation à l'utilisation optimale de l'espace par rapport aux rayons solaires. Un recouvrement *par contact* de la paire de segments inférieurs à dissymétrie acroscope par la paire suivante de segments à dissymétrie basiscope est *toujours* évité chez le *P. sativa*, à l'état adulte, par un allongement de l' « entre-nœud » rachidien séparant ces deux paires. Un certain recouvrement *à distance* existe d'ailleurs souvent et ne peut être évité, quelle que soit la forme de la dissymétrie. En effet, les segments ont une tendance marquée à se placer horizontalement. Quand les

[1]) Georg Gentner, Untersuchungen über Anisophyllie und Blattasymmetrie. [*Flora* XCIX p. 290 et 291, fig 1 (1909)].

[2]) K. Goebel. Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Leipzig et Berlin 1908.

[3]) K. Goebel, Organographie der Pflanzen, éd. 2, 1, p. 259. Jena 1913.

[4]) J. Briquet, op. cit. p. 32.

[5]) Herbert Spencer, Principles of biology II, p, 138-140. London 1867.

feuilles sont étalées, les segments sont situés dans le même plan que le rachis et il n'y a aucun recouvrement ni par contact, ni à distance; mais quand les feuilles sont dressées, les segments forment avec le rachis un angle qui peut atteindre 90° et se recouvrent à distance. Dans ce cas, les « entrenœuds » du rachis sont alternativement faiblement tordus à droite et à gauche, ce qui fait que les paires de segments ne sont pas exactement superposés, mais alternent selon un angle assez faible (ne dépassant guère 15° au maximum).

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 7 mars 1917

Louis Baudin. Répartition verticale du Plankton dans le Léman.

M. Louis Baudin. — *Répartition verticale du Plankton dans le Léman.*

Quels sont les facteurs qui déterminent la répartition verticale du Plankton ? Les conditions sont essentiellement différentes d'ailleurs suivant qu'on s'adresse aux organismes soit végétaux, soit animaux qui le composent.

Certains auteurs accordent une importance toute spéciale au facteur thermique. D'autres prétendent que la densité des eaux est prépondérante. Il y en a enfin qui affirment que le facteur de la nutrition des êtres passe au premier plan. C'est le cas de Burckhardt pour qui la situation du Zooplankton est déterminée par la présence ou l'absence de nourriture organisée, celle du Phytoplankton dépendant de la lumière. C'est pour contribuer à la solution de ces problèmes que j'ai entrepris une série de pêches à la pompe dans une région déterminée du Lac, devant Rolle.

Les appareils mis à ma disposition m'ont permis de pomper d'une profondeur de cinquante mètres. J'ai utilisé aussi le filet fermant de Nansen, comme contrôle pour les profondeurs plus considérables. En 1913-1914, j'avais fait déjà toute une série de recherches au moyen du filet quantitatif de Hensen.

Seule la pompe m'a donné des résultats strictement comparables.

Chaque essai était accompagné d'une prise de température à la profondeur correspondante. Les eaux pompées — 20 litres à chaque essai — sont filtrées dans un filet de soie à 77 fils au centimètre. Les organismes sont fixés au formol, conservés à l'alcool et dénombrés selon les procédés habituels.

Les résultats de mes dénombrements me permettent de tirer les conclusions suivantes :

Les conditions des eaux d'été sont biologiquement différentes de

celles des eaux d'hiver. Température et densité des eaux n'interviennent que secondairement dans la répartition verticale du Plankton.

Eté. La température ne décroît pas régulièrement de la surface vers le fond. On rencontre toujours, à une profondeur variable, une zone dans laquelle la température décroît brusquement. *Cette zone* (Thermocline — Barre thermique — Sprungschicht) *joue biologiquement un rôle remarquable.* De puissance variable — de quelques mètres à 30 m. — elle coïncide toujours avec un maximum de Plankton. Le Phytoplankton présente deux maxima : l'un près de la surface, l'autre dans la Barre thermique. Les deux peuvent être réunis en un maximum étendu, lorsque la barre thermique est près de la surface.

Le premier maximum peut être considéré comme formé d'algues bien vivantes et placées dans les conditions d'existence les meilleures. Le deuxième serait formé d'organismes séniles ou morts, qui tombent en pluie et dont la chute est ralentie par la rencontre des couches plus denses et de viscosités plus fortes de la barre thermique.

Le Zooplankton ne présente qu'un maximum placé dans la barre thermique. C'est là qu'il paraît rencontrer la nourriture la plus abondante.

Au-dessous de cette Barre les organismes vont en diminuant jusqu'au fond.

Hiver. Les courants de convection des eaux tendent à établir une température égale dans toute la masse. Dès que cette température est atteinte, les eaux s'immobilisent. A part un léger maximum près de la surface, maximum qu'on peut constater chez la plupart des êtres planktoniques, la densité de population est très régulièrement répartie dans toute la masse. La Barre thermique n'existant plus, les organismes morts tombent jusqu'au fond. Les dénombrements y révèlent un maximum.

M. Paul Jomini signale la *chûte du baromètre,* qui est descendu aujourd'hui encore plus bas que le 17 novembre 1916.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

H. Staudinger et R. Endle. — Notice sur le chlorure de diméthylaminobenzoyle. (*Ber. d. D. chem. Ges.*, t. 50 (1917), p. 1046; Polytechnicum de Zurich).

Le chlorure de diméthylaminobenzoyle est un composé extrêmement susceptible de réaction, il avait été préparé jusqu'à présent par l'action de $COCl^2$ sur la diméthylaniline, mais n'avait pas été obtenu à l'état de pureté par ce procédé; l'auteur recommande de le préparer en chauffant 8 heures l'acide diméthylaminobenzoïque avec $SOCl^2$. Le *chlorure* en question cristallise dans le sulfure de carbone en feuillets blancs, f. à 145-147°. Il est plus sensible à l'humidité de l'air que le chlorure de l'acide anisique et surtout que le chlorure de benzoyle. Son *anilide* est en cristaux blancs, f. à 182-183°.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

D'AOUT 1917

Le 1, pluie de 7 h. à 10 h. du soir et dans la nuit.
2, pluie de 9 h. 30 à 10 h. du soir et dans la nuit.
3, pluie de 8 h. à 9 h. du matin.
4, pluie à 6 h. 30, de 9 h. 30 à 10 h. du soir et dans la nuit.
5, pluie de 7 h. à 9 h. du soir.
6, orages au S. à 5 h. 15 et au SW. à 8 h. 10 du soir, pluie de 8 h. à 10 h. du soir et dans la nuit.
8, rosée le matin, pluie dans la nuit.
9, pluie de 7 h. du matin à 10 h. du soir et dans la nuit, orage au SW. à 2 h. 45 du soir.
11, pluie de 7 h. 35 à 8 h. 20 du soir et dans la nuit, orage à l'W. à 7 h. 55 du soir.
13, nombreux éclairs dans la soirée.
14, orages à l'W à 12 h. 30 et à 8 h. du soir, au zenith à 9 h. 05, pluie de 8 h. 50 à 10 h. du soir et dans la nuit.
15, orages à l'W. à 3 h. 30 et à 6 h. du soir, pluie de 6 h. à 10 du soir et dans la nuit.
16, petites pluies dans la matinée.
17, rosée le matin, brise du lac de 10 h. du matin à 5 h. du soir.
19, brise du lac de 10 h. du matin à 4 h. du soir, petite pluie et orage à 6 h. du soir.
20, pluie de 2 h. à 10 h. du soir et dans la nuit.
22, forte rosée le matin.
23, rosée le matin, éclairs à l'W. à 9 h. 15 du soir, pluie dans la nuit.
25, rosée le matin.
26, rosée le matin, orage au SW. à 7 h. 30, orages locaux de 8 h. à 10 h. de soir, pluie de 8 h. à 10 du soir et dans la nuit.
28, pluie de 6 h. 15 à 10 h. du soir et dans la nuit, orages à l'W. à 7 h. et au N. à 9 h. du soir.
29, arc-en-ciel à 3 h. 35, pluie de 4 à 5 h. du soir.

GENÈVE — AOUT 1917

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm										h.	mm.	
1	25.7	24.5	25.7	25.08	- 2.84	23.8	26.5	SE. 1	NE. 1	SW. 1	SE. 1	3.4	4	9	10	8	4.9	3.2	5
2	26 8	26.2	26 6	26.51	- 1.42	26.2	27.1	SSW. 1	SSW. 2	SSE. 1	SSW. 1	**13.2**	9	2	10	8	7.0	1.5	3
3	25.6	25.2	25.0	25.36	- 2.58	24.5	26.2	SSW. 2	SW. 1	NW. 1	SSW. 1	9.0	10	9	6	8	1.0	0.7	1
4	24.6	24.7	25.9	24.98	- 2.97	24.4	26.1	SSE. 1	SSE. 1	NW. 1	SSE. 1	7.5	9	9	10	9	3.0	1.7	2
5	26.1	25.5	26.0	24.82	- 2.13	25.3	26.2	NE 1	SW. 1	SE. 1	var.	5.2	8	3	9	7	4.6	1.6	2
6	25.1	23.7	24.1	24.32	- 3.64	22.6	25.9	SE. 1	N. 1	SE. 1	SE. 1	5 6	9	3	10	6	8.8	6.2	5
7	24.1	23.6	24.2	23.84	- 4.12	23.1	24.4	SSE. 1	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 1	4.8	9	2	0	3	11 5	....	....
8	23.6	21.9	21.6	22.61	- 5.35	21.4	24.3	SSW. 1	NW. 1	NNE. 1	SSW. 1	5.2	0	0	0	1	**13.5**	0.2	1
9	21.9	22.7	24.5	22.66	- 5 31	21.8	26.1	NW. 1	NE. 1	SW. 1	var.	3.8	10	10	10	10	0.0	**65.9**	**17**
10	26.6	26.5	27.3	26.56	- 1.41	25.7	27.7	SE. 1	SSW. 1	N. 1	var.	5.0	1	3	0	2	10.5	....	....
11	27.0	25.7	25.7	26.08	- 1.89	24.2	27.6	E. 1	SW. 1	SE 1	SE. 1	4.2	1	6	10	3	8.6	10.0	5
12	27.1	26.9	26.3	26.45	- 1.52	25.5	27.1	WNW.1	NW. 1	NNW.1	NW. 1	3.8	9	8	3	7	4.2	....	....
13	25.3	23.1	23.4	24.00	- 3.97	21.8	25.9	NE. 1	NNE. 1	SSW. 1	var.	5.0	9	0	0	2	9.8	....	....
14	22.2	22.8	24.5	23.62	- 4.35	22.0	25.6	NE 1	SSW. 1	SSE. 1	var.	4.4	2	9	10	8	4.7	4.6	4
15	26.3	25.2	27.1	26.17	- 1 79	24.7	27.4	SSE. 1	SSW. 2	SE. 1	SE. 1	7.5	1	2	10	5	10.2	9.3	6
16	28.7	29.9	31.5	29.54	+ 1.58	27.3	31.9	SSW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	6.5	9	7	1	5	7.9	0.1	1
17	31.8	31.0	30.0	30.95	+ 3.60	29.4	32.0	NNE. 1	NNE. 1	NNW 1	NNE. 1	3.5	0	0	0	0	13.2	....	....
18	30.0	29.0	29.7	29.62	+ 1.67	28.7	30.1	W. 0	SW. 1	NNW. 1	var.	3.4	0	0	0	0	13.1	....	....
19	30.0	28.3	29.0	29 14	+ 1.20	27.0	30.0	SW. 1	NNE. 1	NE. 1	NE. 1	4.4	0	1	5	4	9.9	5.5	3
20	28.0	27.6	28.8	28.17	+ 0.24	27.5	28.8	SE. 1	SSW. 1	SW. 1	SE. 1	4.0	9	9	10	9	0.9	8.7	11
21	28.2	27.9	27.6	27.90	- 0.02	27.2	28.6	S. 1	NNW. 1	NNE. 1	NNE. 1	3.8	10	2	0	4	7.7	....	....
22	28.5	27.9	27.5	27.81	- 0.10	26.8	28.8	E. 1	W. 1	E. 1	E. 1	3.7	0	0	0	0	12.7	....	....
23	27 6	26.6	27.6	27.21	- 0.69	26.0	28.8	SSW. 1	NW. 1	SW. 1	SW. 1	5.9	1	3	3	4	11.0	5.4	4
24	30.7	30.6	31.9	30.68	+ 2.79	28.8	32.3	SSE. 1	SSW. 2	W. 1	SSW. 1	7.7	1	1	0	1	12.4	....	....
25	32.8	31.4	30.9	**31.74**	**+ 3.86**	30.3	**32.9**	SSW. 1	NW. 1	NE. 1	var.	5.4	5	0	0	1	12.4	....	....
26	29.4	25.8	25.3	26.89	- 0.98	21.8	31.1	SSW. 1	NNE. 1	SW. 2	SSW. 1	6.5	0	2	10	4	12.0	12.8	6
27	24.8	22.9	21.2	23.59	- 4.26	21.0	27.1	SW. 1	W. 1	SSW. 1	SSW. 1	7.9	7	8	9	8	8.4	....	....
28	19.0	19.1	18 6	**19.05**	**- 8.79**	**16.8**	21.0	WNW.1	SE. 2	SW. 1	W. 1	8.1	2	9	10	8	5.8	49.1	12
29	21.2	23.9	27.5	23.56	- 4.26	19.8	29.6	W. 1	SE. 2	SW. 1	SW. 1	10.2	9	1	10	6	6.6	6.3	5
30	31.3	31.0	30.1	30.65	+ 2.85	29.6	31.7	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	9.2	3	2	0	1	11.9	....	....
31	28.5	28.2	29.2	28.68	+ 0.90	28.0	29.7	S. 1	SSW. 1	E. 1	SSW. 1	5.0	8	9	9	7	4.4	0.3	1
Mois	26·73	26.00	26.60	26.42	- 1.24							5.90	5.0	4.2	5.3	4.8	252.6	193.1	94

GENÈVE — AOUT 1917

Jour du mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm
1	13.8	19.6	13.9	14.60	**- 4.17**	9.0	19.8	84	72	85	82	+14	67	94	16.6	- 2.1	1585
2	14.2	20.6	14.3	16.04	- 2.70	12.2	21.5	77	51	81	70	+ 2	48	88	13.2	- 5.5	1590
3	15.6	19.2	14.9	16.30	- 2.40	13.3	20.8	74	68	83	73	+ 5	66	85	11.0	- 7.8	1575
4	16.0	20.2	15.2	16.88	- 1.79	13.2	22.5	80	58	90	78	+10	54	95	10.6	- 8.2	1600
5	15.0	21.5	14.9	16.81	- 1.82	13.0	23.5	90	63	97	84	+15	58	99	—	—	1585
6	13.6	20.0	14.6	16.12	- 2.47	11.0	21.4	97	66	96	84	+15	61	100	15.0	- 3.8	1570
7	14.2	20.7	17.0	17.55	- 1.00	13.2	22.4	98	60	78	78	+ 9	57	100	17.3	- 1.5	1550
8	15.0	22.2	21.6	18.93	+ 0.43	11.0	26.5	84	62	73	75	+ 6	52	94	18.3	- 0.5	1550
9	17.9	17.5	12.7	17.00	- 1.45	12.0	21.0	82	93	98	87	+18	70	99	17.8	- 1.0	1555
10	14.0	20.9	15.4	16.16	- 2.24	10.8	22.3	85	56	72	71	+ 2	47	96	18.2	- 0.6	1590
11	15.8	24.0	16.8	19.24	+ 0.89	13.2	27.0	72	59	96	71	+ 2	50	98	16.3	- 2.5	1580
12	14.8	21.2	18.1	17.63	- 0.66	13.8	23.8	96	77	88	88	+18	71	97	—	—	1595
13	16.0	21.9	21.5	19.56	+ 1.33	12.8	27.3	91	74	64	78	+ 8	59	97	17.8	- 1.0	1560
14	19.8	20.8	16.5	19.35	+ 1.18	15.8	23.0	72	70	90	75	+ 5	54	94	17.8	- 1.0	1575
15	16.9	23.0	14.0	17.96	- 1.04	13.0	24.1	81	51	93	78	+ 8	48	97	17.8	- 1.0	1605
16	14.3	19.8	15.2	16.46	- 1.67	12.3	22.5	78	61	78	75	+ 5	54	98	11.0	- 7.8	1590
17	12.4	19.0	16.4	15.31	- 2.65	8.5	21.0	85	60	77	75	+ 5	51	95	12.5	- 6.3	1620
18	14.2	26.0	19.0	18.64	+ 0.75	10.0	27.7	87	49	72	70	- 1	**35**	96	16.0	- 2.8	1615
19	16.2	21.7	18.3	18.04	+ 0.23	12.0	24.0	80	65	83	77	+ 6	62	90	—	—	1625
20	17.1	20.6	14.8	17.22	- 0.51	14.2	21.0	94	83	96	**90**	**+19**	80	98	18.6	- 0.1	1635
21	15.0	20.4	16.8	17.34	- 1.31	13.7	22.0	93	67	90	83	+12	56	96	18.6	- 0.1	1640
22	13.4	24.2	18.6	17.70	+ 0.13	11.0	27.1	95	66	89	83	+11	64	96	19.2	+ 0.5	1640
23	16.4	26.0	21.8	**20.74**	**+ 3.26**	13.2	**28.7**	89	62	63	72	0	45	96	20.0	+ 1.4	1595
24	18.6	23.0	16.4	19.04	+ 1.65	14.5	24.2	92	50	66	72	0	46	96	19.0	+ 0.4	1595
25	12.6	22.0	16.8	16.61	- 0.69	9.5	24.0	85	56	74	69	- 3	42	88	17.2	- 1.4	1555
26	13.2	21.4	16.0	16.36	- 0.85	9.7	23.2	84	63	85	77	+ 4	61	94	—	—	1605
27	12.3	20.0	18.3	15.94	- 1.17	10.0	21.2	93	49	55	68	- 5	46	95	18.2	- 0.3	1595
28	17.4	21.4	16.4	18.15	+ 1.14	13.8	23.8	67	62	95	71	- 2	48	96	12.3	- 6.2	1660
29	11.7	18.8	14.0	14.10	- 2.81	10.0	20.3	87	47	94	76	+ 3	45	95	8.8	- 9.6	1640
30	13.8	19.6	12.4	14.84	- 1.96	10.0	21.0	86	41	81	**67**	**- 7**	40	94	10.6	- 7.8	1650
31	10.2	19.0	14.6	**13.35**	- 3.35	**7.3**	22.0	88	56	85	81	+ 7	52	95	10.6	- 7.8	1625
Mois	14.88	21.14	16.34	17.07	- 0.84	11.84	23.25	85	62	83	77	+ 6			15.57	-3.08	1595

MOYENNES DE GENÈVE — AOUT 1917

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	24.92	24.74	25.01	25.05	24.46	24.14	24.56	25.30	24.77
2e »	27.76	27.62	27.66	27.54	26.96	26.60	27.08	27.76	27.37
3e »	27.61	27.42	27.45	27.59	26.85	26.05	26.30	27.30	27.07
Mois	26.79	26.62	26.73	26.76	26.00	25.61	25.99	26.80	26.42

Température

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	13.90	13.44	14.93	18.21	20.24	19.92	17.41	15.06	16.64
2e »	14.79	13.72	15.75	19.52	21.71	21.86	18.92	16.54	17.85
3e »	12.78	11.94	14.05	18.10	21.44	21.32	18.47	15.84	16.74
Mois	13.79	13.00	14.88	18.59	21.14	21.04	18.27	15.81	17.07

Fraction de saturation en %

1re décade	88	90	85	70	65	66	75	87	78
2e »	87	88	84	71	65	64	77	86	78
3e »	89	91	87	66	56	58	69	80	74
Mois	88	90	85	69	62	63	73	84	77

Dans ce mois l'air a été calme 11 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{46}{97} = 0.47$

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

	mm
Pression atmosphérique.....	26.44
Nébulosité	4.8
Température $\frac{7+1+9}{3}$..	17.45
Température $\frac{7+1+2\times9}{4}$..	17.18
Fraction de saturation.....	77 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

	mm
Press. atmosphér.. (1836-1875).	27.66
Nébulosité..... (1847-1875).	4.7
Hauteur de pluie.. (1826-1875).	80.4
Nombre de jours de pluie. (id.).	10
Température moyenne ... (id.).	17°.11
Fraction de saturat. (1849-1875).	71 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	171.9	150.7	176.9	170.1	154.1	167.5	125.8

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	191.8	193.1	186.2	?	?	177.1

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

D'AOUT 1917

Les 1 et 28, brouillard toute la journée.
5, 6, 7, 9, 10, 13, 14, 16, 18, 24 et 30, brouillard pendant une partie de la journée.
2, 3, 13, 19, 24, 27 et 28, vent très fort.

GRAND SAINT-BERNARD — AOUT 1917

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm									mm	cm
1	66.0	66.0	65.1	65.7	- 3.2	64.7	66.3	SW. 2	SW. 2	SW. 1	SW. 2	10	10	10	10	14.5	....
2	65.9	65.8	66.7	66.1	- 2.8	65.6	66.8	SW. 3	SW. 4	SW. 1	SW. 3	2	2	8	4	2.0	...
3	65.9	65.6	65.7	65.7	- 3.2	65.4	66.4	SW. 1	SW. 4	SW. 1	SW. 2	5	4	10	6	....	....
4	64.9	65.4	66.6	65.6	- 3.3	64.7	66.7	NE. 0	NE. 0	NE. 1	calme.	3	4	10	6	0.8	....
5	66.0	66.4	66.7	66.4	- 2.5	66.0	66.8	NE. 1	NE. 0	NE. 1	NE. 1	2	10	10	7	....	....
6	65.5	65.2	65.2	65.3	- 3.6	65 0	66.1	SW. 0	NE. 1	NE. 0	calme.	2	9	10	7	4.6	....
7	64.4	64.9	66.0	65.1	- 3.8	64.1	66.1	NE. 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	....	....
8	66.2	66 0	65.8	66.3	- 2.6	65.8	67.0	NE. 0	SW. 1	SW. 1	SW 1	0	5	1	2	....	....
9	65.3	65.8	64.6	65.2	- 3.7	64.4	67.0	SW. 3	SW. 1	SW. 1	SW. 2	10	10	10	10	**23.2**	....
10	65.1	65.5	67.6	66.1	- 2.8	64 2	68.0	NE. 0	NE. 2	NE. 1	NE. 1	10	1	10	7	....	....
11	67.2	68.4	68 9	68.2	- 0.7	67.1	69.0	NE. 0	NE. 1	NE. 0	calme.	6	8	0	5	0.1	....
12	68.2	69.2	69.7	69.0	+ 0.1	68.0	69.7	SW. 0	SW. 0	NE. 0	calme.	10	10	0	7	3.8	....
13	69.7	69.6	69.1	69.5	+ 0.7	68 8	69.9	SW. 1	SW. 2	SW 3	SW. 2	10	10	10	10	0.5	....
14	67.3	67.0	66.4	66.9	- 1.9	65.7	69.2	SW. 3	SW. 1	SW. 2	SW. 2	10	10	5	8	19.0	....
15	66.6	67.0	66.9	66.8	- 2.0	66.5	67.2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	5	1	2	2.4	....
16	66.7	68.4	70.6	68.6	- 0.2	66.3	70.9	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	8	10	9	.. .	....
17	70.8	71.9	71.8	71.5	+ 2.8	70.5	71.9	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
18	71.7	72.0	72.5	**72.1**	+ **3.4**	71.5	**72.8**	SW. 1	SW. 1	NE. 0	SW. 1	10	2	0	4	...	....
19	72.0	71.6	71.2	71.6	+ 2.9	70.5	72.7	SW. 1	SW. 2	SW. 3	SW. 2	1	0	10	4	....	....
20	69.6	68 8	68.6	69.0	+ 0.3	69.3	70.8	SW. 0	SW. 0	SW. 1	calme.	9	10	10	9	16.8	....
21	68.0	68.9	69.3	68.7	+ 0.1	67.7	69.5	NE. 0	SW. 0	SW. 0	calme	0	4	1	2	....	....
22	70.5	70.9	71 1	70.8	+ 2.2	69.3	71.4	SW. 0	SW. 0	SW. 0	calme.	3	10	3	5	....	....
23	71.3	71 1	71.3	71.2	+ 2.6	69.8	71.4	SW. 0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	6	3	10	6	2.0	....
24	71.1	71.4	72.0	71.5	+ 3 0	69.7	72.1	NE. 1	SW. 2	SW. 3	SW. 2	10	2	0	4	....	....
25	71.6	71.1	71.3	71.3	+ 2.8	70.9	72.1	SW. 0	SW. 1	NE. 0	calme.	1	2	0	1	....	. ..
26	70.2	69.0	66.1	68.4	0.0	65.5	71.0	SW. 0	SW. 1	SW. 3	SW. 2	0	3	9	4	13.0	....
27	63.7	64.3	64.7	64.2	- 4.2	63.3	65.2	SW. 3	SW. 1	SW. 1	SW. 1	4	2	3	3	1.0	....
28	63.8	64.1	62.5	**63.5**	- **4.8**	**62.0**	64.6	SW. 1	SW. 2	SW. 4	SW. 2	10	10	10	10	21.0	....
29	62.3	63.1	66.1	63.8	- 4.5	**62.0**	66.6	SW. 0	NE. 0	NE 1	calme.	10	3	10	8	8.8	**8**
30	68.5	69.0	68.8	68.8	+ 0.6	66 6	69.1	NE. 0	NE. 0	NE. 0	calme.	10	2	0	4	....	....
31	67.0	67.3	68.3	67.5	- 0.7	67.0	68.7	SW. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	3	4	8	5	....	....
Mois	67 52	67.76	68.01	67 76	- 0.64							5.7	5.6	6.1	5.8	133.5	8

GRAND SAINT-BERNARD — AOUT 1917

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	2.3	2.8	0.4	**1.8**	- **4.6**	1.0	3.5	95	97	96	**96**	74	98
2	1.6	5.0	3.0	3.2	- 3.2	0.5	5.5	62	53	78	64	42	93
3	3.8	7.7	4.8	5.4	- 1.0	2.5	8.0	90	72	99	87	53	99
4	3.3	8.2	4.0	5.2	- 1.2	3.0	8.6	90	74	98	87	54	100
5	3.6	6.4	4.0	4.7	- 1.7	3.2	7 2	93	80	99	91	58	100
6	3.1	8.5	4.8	5.5	- 0.9	2.2	8.8	85	70	98	84	67	99
7	2.8	5.3	4.3	4.1	- 2.2	2.0	7.3	96	90	96	94	80	98
8	4.6	7.9	6.6	6.4	+ 0.1	3.8	9.6	80	70	90	80	68	95
9	5.0	5.4	4.5	5.0	- 1.3	4.0	6.3	98	92	97	**96**	88	98
10	- 0.5	5.4	3 2	2.7	- 3.6	- 0.7	6.4	96	74	96	89	63	98
11	4.8	10.2	7.7	7.6	+ 1.4	2.5	10.8	82	61	75	73	58	86
12	7.1	8.5	7.0	7.5	+ 1.3	6.2	9.0	95	86	93	91	68	97
13	5.2	8.0	6.6	6.6	+ 0.4	4.9	8.8	92	95	95	94	90	98
14	6.0	7.7	4.3	6.0	- 0.1	4.0	8.0	96	96	82	91	71	98
15	3.4	7.2	4.0	4.9	- 1.2	2.9	8 0	71	52	78	67	41	91
16	2.9	4.6	2 3	3.3	- 2.8	1.0	7.0	85	80	90	85	70	95
17	4.6	9.0	8.8	7.4	+ 1.4	1.5	**13.0**	46	66	80	64	**21**	85
18	4.8	10.2	8.8	7 9	+ 1.9	4.4	12.5	96	71	65	77	57	98
19	7.2	11.8	7.3	8.8	+ 2.8	6.5	12.0	75	54	88	72	50	93
20	5.4	9.1	4.0	6.2	+ 0.3	3.8	9.5	88	88	97	91	74	98
21	4.8	10.0	7.8	7.5	+ 1.7	3.8	11.0	81	64	67	71	50	94
22	6.8	10.8	8.8	8.8	+ 3.0	5.5	11.2	62	60	72	65	52	90
23	6.8	12.2	9.2	**9.4**	+ **3.7**	6.3	12.6	92	61	89	80	57	96
24	7.2	11.4	8.0	8.9	+ 3.2	7.0	12.0	96	60	62	73	45	97
25	6.4	10.6	7.8	8.3	+ 2.7	6.0	11.5	65	45	60	57	26	66
26	5.8	11.3	4.8	7.3	+ 1.8	2.0	12.0	60	39	68	56	29	78
27	7.5	8.8	6.8	7.7	+ 2.2	4.5	9.3	56	50	56	**54**	40	82
28	5.6	6.6	5.6	5.9	+ 0 5	4.0	7.0	95	95	96	95	77	98
29	1.0	3.5	5.0	3.2	- 2.1	0.8	6.0	96	85	92	91	65	98
30	- 0.6	6.0	3.6	3.0	- 2.2	- **1.0**	6.5	96	78	53	76	47	98
31	3.3	6.2	2.1	3.8	- 1.4	1.8	6.5	45	75	85	68	30	91
Mois	4.37	7.95	5.48	5.93	- 0.05	3.22	8.88	82	72	84	79		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD — AOUT 1917

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — 0mm.22. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

	Pression atmosphérique : 500mm +				Fraction de saturation en %			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	65.52	65.66	66.10	65.76	88	77	95	87
2e »	68.98	69.39	69.57	69.32	83	75	84	81
3e »	68.00	68.20	68.32	68.17	77	65	73	72
Mois	67.52	67.76	68.01	67.76	82	72	84	79

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	2.96	6.26	3.96	4.39	4.29
2e »	5.14	8.63	6.08	6.62	6.48
3e »	4.96	8.85	6.32	6.71	6.61
Mois	4 37	7.95	5.48	5.93	5.82

Dans ce mois l'air a été calme 333 fois sur 1000

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{31}{77} = 0.40$

Pluie et neige dans le Val d'Entremont

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
Eau en millimètres.....	72.7	91.0	125.0	133.5
Neige en centimètres....	0	0	0	8

SUR QUELQUES FORMULES

DE LA

THÉORIE DE LA RELATIVITÉ

PAR

C. CAILLER

---

§ 1. La transformation de Lorentz qui, dans la théorie de la relativité, sert à effectuer le passage entre les coordonnées x, y, z, t d'un événement tel que l'aperçoit un certain observateur S, et les coordonnées x', y', z', t' du même événement vu par un autre observateur S', se présente sous la forme générale

$$\left.\begin{aligned} x' &= a_{11}\,x + a_{12}\,y + a_{13}\,z + a_{14}\,t + \alpha \\ y' &= a_{21}\,x + a_{22}\,y + a_{23}\,z + a_{24}\,t + \beta \\ z' &= a_{31}\,x + a_{32}\,y + a_{33}\,z + a_{34}\,t + \gamma \\ t' &= a_{41}\,x + a_{42}\,y + a_{43}\,z + a_{44}\,t + \delta\,. \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Ces formules de transformation sont en pratique rarement employées à cause de leur structure complexe, à vingt paramètres. Malgré les théories vectorielles créées par Minkowski, Sommerfeld et d'autres [1], la plupart des auteurs continuent à présenter la théorie et à en développer les conséquences, en partant du système réduit

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}\,,\; y' = y\,,\; z' = z\,,\quad t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}\,. \qquad (2)$$

Pour parvenir à cette forme des équations, il faut que les deux milieux S et S', dont chacun s'est géométré euclidienne-

[1] Elles se trouvent exposées d'une manière suffisamment détaillée, dans le traité bien connu de M. Laue, *das Relativitätsprinzip*, chap. IV.

ment et chronométré par la voie optique, soient rapportés à des systèmes d'axes choisis de manière très spéciale : on sait que les deux trièdres OXYZ et O'X'Y'Z' doivent posséder une même orientation, et que l'origine O' de l'un d'eux glisse avec une vitesse v le long de l'axe OX du premier trièdre.

S'il est vrai que le système réduit (2) suffise pour une représentation claire et précise de la doctrine, il est cependant regrettable que des difficultés mathématiques le fassent préférer au système (1), lequel conserve un avantage signalé au point de vue de la généralité et de la symétrie. Et l'on doit saluer comme un progrès toute méthode qui permettrait de manier ce système (1) avec facilité, sans complication superflue, ni théorie construite *ad hoc,* comme celle de Minkowski.

Tel est, si je ne me trompe, le bénéfice à retirer ici de l'emploi de l'algorithme bien connu des quaternions. L'emploi en est si aisé qu'il supprime complètement les méthodes vectorielles relatives à l'espace à 4 dimensions, ou plutôt qu'il confère à ces méthodes un caractère intuitif ; les formules viennent se classer sans effort dans l'esprit, à une place marquée d'avance en quelque sorte.

L'intervention des quaternions dans la théorie de la relativité s'explique d'ailleurs de la manière la plus naturelle ; elle provient de ce que l'invariant des formules de transformation (1), doit présenter la forme

$$c^2(t_1 - t_0)^2 - (x_1 - x_0)^2 - (y_1 - y_0)^2 - (z_1 - z_0)^2 ,$$

et celle-ci est identique à celle de l'invariant caractéristique de la Géométrie non-euclidienne de Lobatchewsky, à savoir :

$$\tau^2 - \xi^2 - \eta^2 - \zeta^2 .$$

C'est encore le même invariant qui se rencontre dans la Géométrie des corps solides ; cette coïncidence des invariants dans les trois théories explique suffisamment l'intime parenté qui les unit. Les quaternions qui interviennent d'une manière si efficace dans deux d'entre elles ne sauraient manquer de jouer aussi un rôle important dans la dernière, la théorie de la relativité.

§ 2. Pour la symétrie des notations, nous désignerons les coordonnées rectangles mesurées par l'observateur S, x_1, x_2, x_3 au lieu de x, y, z ; de même le temps indiqué par les horloges du milieu S sera noté x_0 au lieu de t. J'admets pour simplifier l'écriture que les unités spatiale et temporelle ont été choisies de manière à réduire à l'unité la vitesse de la lumière : nous avons, autrement dit, $c = 1$. En primant les lettres, nous écrivons x'_0, x'_1, x'_2, x'_3 pour les coordonnées relatives au second observateur S'.

Suivant ces notations, et en posant par une simplification sans importance, $\alpha = \beta = \gamma = \delta = 0$, les formules (1) s'écrivent sous la forme

$$\left.\begin{aligned} x'_0 &= a_{00}\,x_0 + a_{01}\,x_1 + a_{02}\,x_2 + a_{03}\,x_3\ , \\ x'_1 &= a_{10}\,x_0 + a_{11}\,x_1 + a_{12}\,x_2 + a_{13}\,x_3\ , \\ x'_2 &= a_{20}\,x_0 + a_{21}\,x_1 + a_{22}\,x_2 + a_{23}\,x_3\ , \\ x'_3 &= a_{30}\,x_0 + a_{31}\,x_1 + a_{32}\,x_2 + a_{33}\,x_3\ . \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

Les coefficients de ce schéma doivent être choisis de manière que l'on ait

$$x_0'^2 - x_1'^2 - x_2'^2 - x_3'^2 = x_0^2 - x_1^2 - x_2^2 - x_3^2\ ;$$

il faut de plus que (3) fasse partie d'un groupe continu de transformation à 6 paramètres. Il en résulte, comme on sait, que le déterminant des formules (3), doit être égal à $+1$, non à -1. Le groupe auquel appartient (3) n'est autre que celui des mouvements dans l'espace de Lobatchewsky.

§ 3. Considérons un biquaternion quelconque,

$$A = (a_0 + b_0 i) + (b_1 + a_1 i)\,i_1 + (b_2 + a_2 i)\,i_2 + (b_3 + a_3 i)\,i_3\ ,$$

où les a et b sont des nombres réels, i l'unité imaginaire ordinaire, et les i_1, i_2, i_3 les unités de Hamilton douées des propriétés connues

$$\begin{aligned} i_1^2 = i_2^2 = i_3^2 &= -1 \\ i_1 = i_2\,i_3 &= -\,i_3\,i_2 \\ i_2 = i_3\,i_1 &= -\,i_1\,i_3 \\ i_3 = i_1\,i_2 &= -\,i_2\,i_1 \end{aligned}$$

Au biquaternion A s'associent trois autres biquaternions qu'on peut distinguer les uns des autres par des dénominations convenables.

Le quaternion *conjugué* $\bar{A}$, s'obtient, en changeant dans A, le signe des trois quantités i_1, i_2, i_3, sans toucher à i. De la sorte les parties scalaires de A et $\bar{A}$ sont identiques, tandis que les parties vectorielles diffèrent seulement par leur signe.

Le quaternion $\underline{A}$, *opposé* à A, s'obtient au contraire en changeant i en $-i$, i_1, i_2, i_3 restant inchangés. Ainsi les parties réelles de A et $\underline{A}$ sont les mêmes, tandis que les imaginaires sont égales et de signe contraire.

Le quaternion $\bar{\underline{A}}$ est le *contraire* du quaternion A quand on l'obtient en changeant à la fois le signe des 4 quantités i, i_1, i_2, i_3. Dans A et $\bar{\underline{A}}$ les parties paires [1] sont identiques, les parties impaires égales et de signe inverse. Ces parties sont données respectivement par les formules

$$\frac{A + \bar{\underline{A}}}{2} = a_0 + i(a_1 i_1 + a_2 i_2 + a_3 i_3) ,$$

$$\frac{A - \bar{\underline{A}}}{2} = b_0 i + b_1 i_1 + b_2 i_2 + b_3 i_3 \quad .$$

Il est clair que les relations entre un biquaternion A, son *conjugué*, son *opposé*, et son *contraire* sont réciproques. Rappelons ici les règles qui servent à déterminer le conjugué et le contraire d'un produit de quaternions. Avec trois facteurs, par exemple, ces règles prennent la forme

$$\overline{ABC} = \bar{C}\,\bar{B}\,\bar{A} \ , \text{ et } \overline{\underline{ABC}} = \bar{\underline{C}}\,\bar{\underline{B}}\,\bar{\underline{A}} \ ,$$

l'ordre des facteurs ne pouvant être alterné, comme il est bien connu.

Avec le biquaternion A, considérons-en un autre, de même forme $U = U_0 + i_1 U_1 + i_2 U_2 + i_3 U_3$, dont le *module* soit l'unité. Il faut, autrement dit, qu'on ait

$$U\bar{U} = \bar{U}U = U_0^2 + U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 = 1 \ . \qquad (4)$$

Or, les quantités U_k sont complexes, du type $U_k = u_k + v_k i$; l'équation précédente (4) se subdivise donc en deux autres

[1] Sont paires les quantités 1, ii_1, ii_2, ii_3, sont impaires i, i_1, i_2, i_3.

réelles, et de cette manière il existe un ensemble continu de biquaternions-unités U. Cet ensemble dépend de $2 \times 4 - 2$, ou 6, paramètres arbitraires réels, soit autant que doivent en contenir les formules (3).

Choisissons à volonté U dans l'ensemble en question, considérons A comme un biquaternion variable quelconque, et posons l'équation

$$A' = U A \underline{\overline{U}} . \tag{5}$$

Cette équation fait correspondre à tout A, un autre quaternion A′, transformé du premier par l'opérateur $U . \underline{\overline{U}}$. D'après les règles et opérations rappelées plus haut, il est clair que de (5) on tire

$$\underline{\overline{A}}' = U \underline{\overline{A}} \underline{\overline{U}} , \tag{6}$$

et par suite

$$\frac{A' \pm \overline{A}'}{2} = U \frac{A \pm \overline{A}}{2} \underline{\overline{U}} . \tag{7}$$

Autrement dit, *la parité du quaternion* A *n'est pas altérée par l'opérateur* $U . \underline{\overline{U}}$ *auquel il est soumis.* Ou bien, *la partie paire de* A′ *provient uniquement de la partie paire de* A ; *les parties impaires se transforment de même l'une dans l'autre.*

De là résulte immédiatement que la transformation (5), laquelle, relativement aux composantes A_0, A_1, A_2, A_3 du quaternion A, est linéaire et du type (3), possède des *coefficients réels.*

En second lieu, reprenons l'équation (5) et calculons les conjuguées des deux membres ; il vient $\overline{A}' = \underline{\overline{U}} \overline{A} \overline{U}$, par suite

$$A' \overline{A}' = U A \underline{\overline{U}} \underline{\overline{U}} \overline{A} \overline{U} = U (A \overline{A}) \overline{U} = A \overline{A}\, U \overline{U} .$$

Mais U est un quaternion-unité, donc enfin

$$A' \overline{A}' = A \overline{A} .$$

Ainsi, quel que soit le quaternion-unité U, *le module reste inaltéré par la transformation* (5), autrement dit, on a

$$\begin{aligned}&(a'_0 + b'_0 i)^2 + (b'_1 + a'_1 i)^2 + (b'_2 + a'_2 i)^2 + (b'_3 + a'_3 i)^2 \\ &= (a_0 + b_0 i)^2 + (b_1 + a_1 i)^2 + (b_2 + a_2 i)^2 + (b_3 + a_3 i)^2 .\end{aligned}$$

Séparons le réel de l'imaginaire, nous trouvons les deux invariants

$$a_0^2 - a_1^2 - a_2^2 - a_3^2 - (b_0^2 - b_1^2 - b_2^2 - b_3^2) \ ,$$
$$a_0 b_0 + a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3 \ .$$

Mais nous savons d'autre part, d'après la propriété de parité, que les a' proviennent exclusivement des a, et les b' des b; les invariants sont donc au nombre de trois, ce sont

$$a_0^2 - a_1^2 - a_2^2 - a_3^2 \quad ,$$
$$b_0^2 - b_1^2 - b_2^2 - b_3^2 \quad ,$$
$$a_0 b_0 + a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3 \ .$$

Ce résultat comprend, comme cas particulier, celui que nous cherchons.

Prenons en effet tous les b nuls, remplaçons les a par de nouvelles variables x, et considérons un *tétravecteur* de composantes x_0, x_1, x_2, x_3, ou bien sous forme quaternionnienne

$$X = x_0 + i(i_1 x_1 + i_2 x_2 + i_3 x_3) \ . \qquad (8)$$

Qu'on applique à ce tétravecteur l'opérateur $UX\overline{U}$, il se transforme linéairement en un nouveau vecteur $X'(x'_0 x'_1 x'_2 x'_3)$, et l'on a

$$X' = x_0' + i\,(i_1 x_1' + i_2 x_2' + i_3 x_3') = UX\overline{U} \ . \qquad (9)$$

Cette formule (9) remplit toutes les conditions imposées à (3); comme cette dernière, elle a ses coefficients réels, elle possède l'invariant

$$x'^2_0 - x'^2_1 - x'^2_2 - x'^2_3 = x_0^2 - x_1^2 - x_2^2 - x_3^2 \quad ,$$

enfin son déterminant est égal à $+1$, et non à -1, puisque (9) fait partie d'un ensemble continu de transformations différant les unes des autres par la valeur du quaternion variable U.

En un mot, toute transformation du type (9), résolue dans ses éléments réels, équivaut à une transformation de la forme (3) telle que celle qu'on considère dans la théorie de la relativité.

§ 4. La réciproque est vraie, et tout système de la forme (3) peut prendre la forme (9), pourvu qu'il soit direct et laisse inva-

riable la quantité $x_0^2 - x_1^2 - x_2^2 - x_3^2$. Le fait paraît d'avance extrêmement vraisemblable, puisqu'il entre dans (3) et (9) le même nombre de paramètres arbitraires, six des deux côtés. Pour démontrer plus rigoureusement cette réciproque, il faudrait évidemment exprimer le quaternion U en fonction explicite des coefficient a_{ij} donnés a priori. Je ne m'attarderai pas à résoudre ici ce problème dont la solution, qui n'exige que l'extraction d'une racine carrée[1], se tirerait facilement des formules que je vais développer dans un instant à propos des *hexavecteurs*. Je me bornerai à indiquer, sans démonstration, la construction équivalente aux formules en question par laquelle peut se déterminer le quaternion U.

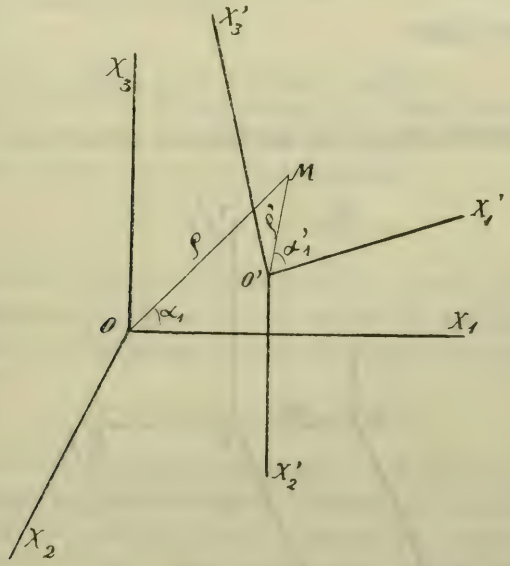


Fig. 1

Avec M. Variçak, considérons les x_0, x_1, x_2, x_3 comme les coordonnées d'un point M de l'espace de Lobatchewsky rapporté à un trièdre $OX_1 X_2 X_3$, de sorte que

$$x_0 = \operatorname{ch}\varrho,\ x_1 = \operatorname{sh}\varrho \cos\alpha_1,\ x_2 = \operatorname{sh}\varrho \cos\alpha_2,\ x_3 = \operatorname{sh}\varrho \cos\alpha_3.$$

[1]) Il est clair qu'on peut remplacer U par — U, dans la formule (9).

Dans cette interprétation, les formules (3) sont celles d'un changement d'axes, et les nouvelles coordonnées du même point, relatives au trièdre $O'X'_1X'_2X'_3$ sont

$$x'_0 = \operatorname{ch}\varrho' , \; x_1' = \operatorname{sh}\varrho' \cos\alpha_1' , \; x_2' = \operatorname{sh}\varrho' \cos\alpha_2' , \; x_3' = \operatorname{sh}\varrho' \cos\alpha'_3 .$$

Cela posé, nommons λ l'axe du mouvement hélicoïdal qui amène le trièdre primitif en coincidence avec le second, λ_1, λ_2, λ_3 les composantes du dit axe suivant le premier des deux trièdres ; nommons encore w la *moitié* de l'amplitude du mouvement hélicoïdal, de manière que α étant l'angle de rotation, et β la grandeur du glissement, on ait

$$2w = \alpha + \beta i .$$

Nous aurons alors

$$U = \cos w - \sin w \, (i_1 \lambda_1 + i_2 \lambda_2 + i_3 \lambda_3) .$$

Par exemple, dans le cas des formules réduites (2), les deux

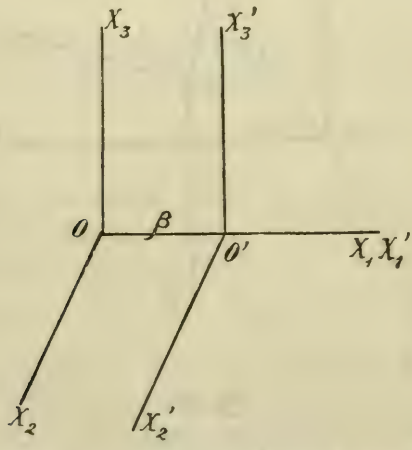


Fig. 2

systèmes d'axes sont dans la situation donnée par la figure 2 ; si on désigne par v la vitesse du milieu S' relativement au milieu S, celle de la lumière étant toujours prise comme unité, la

grandeur du glissement β est donnée par les relations

$$\operatorname{ch}\beta = \frac{1}{\sqrt{1-v^2}}\ ,\ \operatorname{sh}\beta = \frac{v}{\sqrt{1-v^2}}\ ,\ \operatorname{th}\beta = v\ ,$$

et l'on a pour le quaternion U la valeur

$$\mathrm{U} = \breve{\mathrm{U}} = \operatorname{ch}\frac{\beta}{2} - i i_1 \operatorname{sh}\frac{\beta}{2}\ .$$

En opérant suivant la formule

$$\mathrm{X}' = \mathrm{U}\,(x_0 + i i_1 x_1 + i i_2 x_2 + i i_3 x_3)\,\mathrm{U}\ ,$$

il est très aisé de constater qu'on retombe sur les formules (2) d'Einstein données plus haut.

§ 5. La formule de transformation $\mathrm{U}\,.\,\breve{\mathrm{U}}$ des *tétravecteurs*, n'est pas la seule qu'il y ait lieu de considérer. Prenons un quaternion de forme paire, tel que le suivant

$$\overline{\mathrm{Y}} = y_0 - i\,(i_1 y_1 + i_2 y_2 + i_3 y_3)\ ,$$

où les y doivent subir la transformation (3) quand on passe du point de vue de S à celui de S'. Un vecteur du type $\overline{\mathrm{Y}}$ sera dit *tétravecteur de seconde espèce* il est clair que le conjugué de Y, à savoir

$$\mathrm{Y} = y_0 + i\,(i_1 y_1 + i_2 y_2 + i_3 y_3)\ ,$$

est un tétravecteur de première espèce. De là résulte que si les tétravecteurs de première espèce subissent la transformation $\mathrm{U}\,.\,\breve{\mathrm{U}}$, ceux de seconde espèce subissent la transformation conjuguée $\breve{\mathrm{U}}\,.\,\overline{\mathrm{U}}$. En un mot on change un tétravecteur d'espèce en changeant le signe des coordonnées-espace, sans changement de la coordonnée-temps, ou l'inverse.

Soient deux tétravecteurs, l'un X de première espèce, l'autre Y de seconde espèce. Le produit XY subit la transformation $\mathrm{U}\,.\,\breve{\mathrm{U}}\,\breve{\mathrm{U}}\,.\,\overline{\mathrm{U}}$, ou réduction faite, $\mathrm{U}\,.\,\overline{\mathrm{U}}$; on a donc

$$\mathrm{X'Y'} = \mathrm{UXY}\overline{\mathrm{U}}\ .$$

Mais il est clair que la transformation $\mathrm{U}\,.\,\overline{\mathrm{U}}$ est sans effet sur

la partie scalaire du quaternion auquel elle est appliquée; si donc on a posé [1]

$$X = x_0 + i(i_1 x_1 + i_2 x_2 + i_3 x_3) \text{ , et } Y = y_0 + i(i_1 y_1 + i_2 y_2 + i_3 y_3) \text{ ,}$$

et que X et Y soient d'espèce différente, le produit

$$x_0 y_0 + x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3 \text{ ,} \qquad (10)$$

est invariant.

Il est clair que la propriété précédente détermine le mode de variation des y, pourvu qu'on connaisse le mode de variation des x; la réciproque est donc exacte, et par suite, *si* (10) *est invariant et que* X *soit un tétravecteur de première espèce,* Y *sera de seconde espèce.*

Voici une application importante du théorème précédent. Soit f un scalaire, nous avons identiquement

$$\frac{\partial f}{\partial x_0} dx_0 + \frac{\partial f}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2} dx_2 + \frac{\partial f}{\partial x_3} dx_3 = \frac{\partial f}{\partial x'_0} dx'_0 + \frac{\partial f}{\partial x'_1} dx'_1$$
$$+ \frac{\partial f}{\partial x'_2} dx'_2 + \frac{\partial f}{\partial x'_3} dx'_3 \text{ .}$$

Or dx_0, dx_1, dx_2, dx_3 est un tétravecteur de première espèce, donc le *vecteur symbolique, dont les composantes sont*

$$\frac{\partial}{\partial x_0}, \frac{\partial}{\partial x_1}, \frac{\partial}{\partial x_2}, \frac{\partial}{\partial x_3},$$

est de seconde espèce. Cela signifie que le quaternion

$$\frac{\partial}{\partial x_0} - i\left(i_1 \frac{\partial}{\partial x_1} + i_2 \frac{\partial}{\partial x_2} + i_3 \frac{\partial}{\partial x_3}\right) \text{ .}$$

subit, par le passage de S à S′, la transformation U . $\underline{U}$, identique à celle des tétravecteurs ordinaires [2].

[1]) Remarquer ici le changement des notations.

[2]) On pourrait aussi observer que les parties paires et impaires d'un biquaternion subissent, chacune pour son compte, la transformation U . $\underline{U}$; or on changerait la parité en introduisant le facteur $-i$ dans la seconde des parties en question.

§ 6. Nous venons d'avoir affaire à la transformation U . U; elle est visiblement de module unité, ne change donc pas le module du quaternion

$$K = \eta_0 + i_1\eta_1 + i_2\eta_2 + i_3\eta_3 \qquad (11)$$

auquel elle est appliquée. D'autre part, étant sans effet sur la partie scalaire de K, elle transforme en un vecteur le vecteur

$$H = i_1\eta_1 + i_2\eta_2 + i_3\eta_3 \ , \qquad (11 \text{ bis})$$

cela sans modification de la somme

$$\eta_1^2 + \eta_2^2 + \eta_3^2 \ .$$

Autrement dit, la transformation U . $\bar{U}$ est *orthogonale*, elle est de plus *directe* à cause de la valeur du déterminant, laquelle est évidemment égale à $+1$.

Cela posé, nous appellerons *hexavecteur* tout biquaternion H dépourvu de partie scalaire qui subit la transformation orthogonale

$$H' = UH\bar{U} \ , \qquad (12)$$

en même temps qu'un tétravecteur subit la transformation (9). Pour justifier la dénomination précédente, il importe de relever le fait que les trois composantes de H sont généralement complexes et se présentent sous la forme

$$\eta_1 = e_1 + h_1 i \ , \ \eta_2 = e_2 + h_2 i \ , \ \eta_3 = e_3 + h_3 i \ . \qquad (13)$$

Au lieu donc de définir l'hexavecteur par la formule (11 ^{bis}), on pourrait le faire à l'aide du tableau

$$\begin{Bmatrix} e_1 & e_2 & e_3 \\ h_1 & h_2 & h_3 \end{Bmatrix}$$

lequel contient six quantités réelles.

La conception des hexavecteurs, très importante dans la théorie de la relativité, se rencontre aussi en Géométrie non-euclidienne, où elle se rattache à la notion des coordonnées linéaires.

Soient

$$X = x_0 + i(i_1x_1 + i_2x_2 + i_3x_3) \ ,$$
$$Y = y_0 + i(i_1y_1 + i_2y_2 + i_3y_3) \ ,$$

deux tétravecteurs (de première espèce) représentatifs de deux points. Nous savons que le quaternion XY, se transforme suivant la formule U . $\bar{\text{U}}$. Or, en opérant la multiplication, on trouve

$$\text{H} = \eta_0 + i_1\eta_1 + i_2\eta_2 + i_3\eta_3 \ ,$$

avec

$$\begin{aligned}
\eta_0 &= x_0y_0 - x_1y_1 - \quad x_2y_2 - x_3y_3 \ , \\
\eta_1 &= x_2y_3 - x_3y_2 + i\,(x_1y_0 - x_0y_1) \ , \\
\eta_2 &= x_3y_1 - x_1y_3 + i\,(x_2y_0 - x_0y_2) \ , \\
\eta_3 &= x_1y_2 - x_2y_1 + i\,(x_3y_0 - x_0y_3) \ ,
\end{aligned}$$

Les quantités η_1, η_2, η_3 sont les *coordonnées linéaires* de la droite qui joint X à Y ; on voit par là que les composantes réelles

$$\left\{\begin{matrix} e_1 & e_2 & e_3 \\ h_1 & h_2 & h_3 \end{matrix}\right\} , \quad \text{où} \quad e_1 = x_2y_3 - x_3y_2 \ , \quad h_1 = x_1y_0 - x_0y_1 \ , \ \text{etc.}$$

qui définissent une droite dans l'espace, jouissent de la propriété caractéristique de l'hexavecteur contenue dans la formule (12).

La propriété des déterminants $x_2y_3 - x_3y_2$, $x_1y_0 - x_0y_1$, et de leurs analogues fournira souvent, de manière expéditive, les formules explicites de la transformation des hexavecteurs contenues implicitement dans la forme U . $\bar{\text{U}}$.

C'est ainsi que si les mesures des deux observateurs S et S′ sont liées entre elles par les formules réduites d'Einstein (2), les hexavecteurs subiront également une transformation de forme réduite ; en calculant les dits déterminants, nous trouvons de suite le résultat

$$e_1 \ , \quad \frac{e_2 - \frac{v}{c}h_3}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \ , \quad \frac{e_3 + \frac{v}{c}h_2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \ ,$$

$$h_1 \ , \quad \frac{h_2 + \frac{v}{c}e_3}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \ , \quad \frac{h_3 - \frac{v}{c}e_2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \ .$$

§ 7. Soit désormais η l'hexavecteur (11bis), privé de toute partie scalaire, ou

$$\eta = e + hi = \left\{\begin{matrix} e_1 & e_2 & e_3 \\ h_1 & h_2 & h_3 \end{matrix}\right\} .$$

Il est évident que

$$i\eta = -h + ei = \begin{Bmatrix} -h_1 & -h_2 & -h_3 \\ e_1 & e_2 & e_3 \end{Bmatrix},$$

se transforme aussi suivant la formule U . $\bar{\text{U}}$. C'est donc un hexavecteur, on le nomme le *dual* du premier ; on peut dire aussi qu'il lui est *orthogonal*.

Si $\eta = e + hi$, et $\eta' = e' + h'i$ sont deux hexavecteurs, leur produit vectoriel est aussi un hexavecteur admettant la transformation U . $\bar{\text{U}}$; ses composantes suivant les axes coordonnés sont

$$\eta_2\eta'_3 - \eta_3\eta'_2 \ ; \ \eta_3\eta'_1 - \eta_1\eta'_3 \ , \ \eta_1\eta'_2 - \eta_2\eta'_1 \ ;$$

en décomposant ces quantités en leurs parties respectivement réelle et imaginaire, nous trouvons les six quantités du tableau

$$\begin{Bmatrix} \mathrm{E}_1 & \mathrm{E}_2 & \mathrm{E}_3 \\ \mathrm{H}_1 & \mathrm{H}_2 & \mathrm{H}_3 \end{Bmatrix}$$

relatif au dit hexavecteur. Ce sont

$$\begin{aligned}
\mathrm{E}_1 &= e_2e'_3 - h_2h'_3 - e_3e'_2 + h_3h'_2 \ , \\
\mathrm{E}_2 &= e_3e_{,1} - h_3h'_1 - e_1e'_3 + h_1h'_3 \ , \\
\mathrm{E}_3 &= e_1e'_2 - h_1h'_2 - e_2e'_1 + h_2h'_1 \ , \\
\mathrm{H}_1 &= e_2h'_3 + h_2e'_3 - e_3h'_2 - h_3e'_2 \ , \\
\mathrm{H}_2 &= e_3h'_1 + h_3e'_1 - e_1h'_3 - h_1e'_3 \ , \\
\mathrm{H}_3 &= e_1h'_2 + h_1e'_2 - e_2h'_1 - h_2e'_1 \ .
\end{aligned}$$

Les deux propriétés précédentes sont évidentes ; je terminerai ces développements théoriques par une dernière proposition, moins immédiate, et dont les applications sont très importantes.

Désignons par η, comme ci-devant, un hexavecteur quelconque, par X un tétravecteur : je dis que le produit

$$i\eta\mathrm{X} \ ,$$

lequel est un biquaternion de forme générale, subit la transformation des tétravecteurs U . $\bar{\text{U}}$.

En effet, au jugement de l'observateur S′, les deux facteurs du produit deviennent respectivement U$i\eta$U, UX$\bar{\text{U}}$, et le produit lui-même se transforme en

$$\mathrm{U}\,i\eta\,\mathrm{UUX}\bar{\mathrm{U}}, \text{ ou } \mathrm{U}\,i\eta\,\mathrm{X}\bar{\mathrm{U}} \ .$$

Posons

$$\begin{aligned} \eta &= i_1\eta_1 + i_2\eta_2 + i_3\eta_3 \quad , \\ \mathrm{X} &= x_0 + i(i_1x_1 + i_2x_2 + i_3x_3) \ , \\ i\eta\,\mathrm{X} &= \xi_0 + i(i_1\xi_1 + i_2\xi_2 + i_3\xi_3) \ ; \end{aligned}$$

en opérant les calculs, nous trouvons pour les quantités ξ, qui sont généralement complexes, les valeurs suivantes :

$$\left.\begin{aligned} \xi_0 &= x_1\eta_1 + x_2\eta_2 + x_3\eta_3 \ , \\ \xi_1 &= x_0\eta_1 + i(x_3\eta_2 - x_2\eta_3) \ , \\ \xi_2 &= x_0\eta_2 + i(x_1\eta_3 - x_3\eta_1) \ , \\ \xi_3 &= x_0\eta_3 + i(x_2\eta_1 - x_1\eta_3) \ . \end{aligned}\right\} \qquad (14)$$

Mais, puisque le biquaternion ξ, se transforme comme un tétravecteur, sa partie paire est un tétravecteur effectif. Remplaçons dans les formules ci-dessus $\eta = e + hi$, puis limitons-nous aux parties réelles, nous obtenons alors immédiatement le résultat que voici.

Si

$$\begin{Bmatrix} e_1 & e_2 & e_3 \\ h_1 & h_2 & h_3 \end{Bmatrix}$$

est un hexavecteur, X_0, X_1, X_2, X_3 *un tétravecteur, les quatre quantités suivantes*

$$\left.\begin{aligned} \mathrm{X}_0 &= x_1e_1 + x_2e_2 + x_3e_3 \ , \\ \mathrm{X}_1 &= x_0e_1 + x_2h_3 - x_3h_2 = x_0e_1 + [xh]_1 \ , \\ \mathrm{X}_2 &= x_0e_2 + x_3h_1 - x_1h_3 = x_0e_2 + [xh]_2 \ , \\ \mathrm{X}_3 &= x_0e_3 + x_1h_2 - x_2h_1 = x_0e_3 + [xh]_3 \ , \end{aligned}\right\} \qquad (15)$$

représentent les composantes d'un nouveau tétravecteur.

La réciproque est vraie. Car la substitution linéaire subie par $\begin{Bmatrix} e \\ h \end{Bmatrix}$ est déterminée par les transformations opérées sur les x et X. *Si donc ces dernières sont les composantes de deux tétravecteurs, la quantité* $\eta = \mathrm{e} + \mathrm{h}i$ *représente forcément un hexavecteur.* Il existe évidemment un énoncé analogue touchant les formules (14) plus générales que (15).

§ 8. Je désire appliquer en finissant les notions générales qui précèdent à deux problèmes classiques de la théorie de la relativité. Le premier consiste à établir les conditions d'invariance des équations du mouvement de l'électron quand on passe du

point de vue de l'observateur S à celui de l'observateur S′ ; le second problème est celui de l'invariance des équations du champ électro-magnétique dans les mêmes circonstances.

Une différence capitale existe, on le sait, au sujet de la notion de force entre la Dynamique classique, et la Mécanique relativiste. La première, avec Newton et Galilée, exige que la force soit un élément invariable estimé de la même manière par deux observateurs animés l'un par rapport à l'autre d'une translation rectiligne uniforme. D'après la seconde, les équations du mouvement doivent présenter une forme identique dans les deux milieux normaux S et S′, optiquement chronométrés. C'est l'application à la Mécanique du principe général de relativité ; il implique l'abandon d'une force invariante pour les deux observateurs.

En combinant le principe de relativité avec ce postulat que l'accélération initiale d'un électron doit obéir à la seconde loi de Newton, Einstein et Minkowski ont obtenu comme suit les équations du mouvement dans la nouvelle Mécanique.

Désignons par σ, le temps *propre,* défini par l'équation

$$d\sigma = \sqrt{dx_0^2 - dx_1^2 - dx_2^2 - dx_3^2} = dx_0\sqrt{1-q^2} \ ,$$

où q représente la vitesse du mobile. On sait, et on peut vérifier à l'instant, que la quantité σ possède une valeur indépendante du système de référence.

De là résulte que

$$\frac{dx_0}{d\sigma} = \frac{1}{\sqrt{1-q^2}} \ , \ \frac{dx_1}{d\sigma} = \frac{q_1}{\sqrt{1-q^2}} \ , \ \frac{dx_2}{d\sigma} = \frac{q_2}{\sqrt{1-q^2}} \ , \ \frac{dx_3}{d\sigma} = \frac{q_3}{\sqrt{1-q^2}} \ ,$$

sont les composantes d'un tétravecteur, la *tétravitesse.*

Prenons pour équations du mouvement les suivantes

$$\mu\frac{d^2x_0}{d\sigma^2} = M_0 \ , \ \mu\frac{d^2x_1}{d\sigma^2} = M_1 \ , \ \mu\frac{d^2x_2}{d\sigma^2} = M_2 \ , \ \mu\frac{d^2x_3}{d\sigma^2} = M_3 \ , \quad (16)$$

μ étant une constante caractéristique du mobile.

Il est clair que les premiers membres de (16) représentent les composantes d'un tétravecteur ; pour que, conformément au principe de relativité, les équations se présentent de la même manière aux deux observateurs, il faut que les seconds membres

M_i soient aussi les composantes d'un second tétravecteur. C'est lui qu'on nomme la *tétraforce* (au sens de Minkowski).

Les *composantes-espace* de la tétraforce, M_1, M_2, M_3, sont aussi les composantes de la force de Minkowski ; de leur valeur supposée connue on tire la *composante-temps* M_0. En effet, comme on a identiquement

$$\left(\frac{dx_0}{d\sigma}\right)^2 - \left(\frac{dx_1}{d\sigma}\right)^2 - \left(\frac{dx_2}{d\sigma}\right)^2 - \left(\frac{dx_3}{d\sigma}\right)^2 = 1 ,$$

et par suite

$$\frac{dx_0}{d\sigma}\frac{d^2x_0}{d\sigma^2} - \frac{dx_1}{d\sigma}\frac{d^2x_1}{d\sigma^2} - \frac{dx_2}{d\sigma}\frac{d^2x_2}{d\sigma^2} - \frac{dx_3}{d\sigma}\frac{d^2x_3}{d\sigma^2} = 0 ,$$

les formules (16) donneront

$$M_0 = M_1\frac{dx_1}{dx_0} + M_2\frac{dx_2}{dx_0} + M_3\frac{dx_3}{dx_0} ,$$

ou

$$M_0 = M_1 q_1 + M_2 q_2 + M_3 q_3 .$$

D'où résulte que la composante M_0 est égale au travail élémentaire de la force par unité de temps. Et il est évident que cette décomposition de la tétraforce en *force* et *travail,* laquelle est invariante dans l'ancienne mécanique, prend dans la nouvelle un caractère strictement relatif : elle dépend de l'observateur qui examine le mouvement et n'est pas la même pour S et pour S'.

Adaptons ces généralités au mouvement d'un électron dans un champ électromagnétique.

Soit ε la charge de l'électron, q sa vitesse, e le champ électrique, h le champ magnétique ; la force pondéromotrice agissant sur l'électron sera donnée, comme on sait, par la formule vectorielle

$$\varepsilon\frac{e + [qh]}{\sqrt{1-q^2}} ,$$

ou

$$\varrho\,(e + [qh]) ,$$

en posant $\varrho\sqrt{1-q^2} = \varepsilon$ [1]. De là, immédiatement, les qua-

[1] Il est aisé de voir d'après cela que ϱ est la *densité* de l'électron mobile, la charge restant invariable.

tre composantes de la force de Minkowski, appliquée à l'électron.

Posons, pour abréger,

$$\varrho_0 = \varrho \ , \ \varrho_1 = \varrho q_1 \ , \ \varrho_2 = \varrho q_2 \ , \ \varrho_3 = \varrho q_3 \ , \qquad (17)$$

ou

$$\varrho_0 = \frac{\varepsilon}{\sqrt{1-q^2}}, \varrho_1 = \frac{\varepsilon q_1}{\sqrt{1-q^2}}, \varrho_2 = \frac{\varepsilon q_2}{\sqrt{1-q^2}}, \varrho_3 = \frac{\varepsilon q_3}{\sqrt{1-q^2}} \ ; \ \left(\begin{matrix}17\\ \text{bis}\end{matrix}\right)$$

nous trouvons pour les composantes de la tétraforce

$$\left.\begin{aligned} M_0 &= e_1\varrho_1 + e_2\varrho_2 + e_3\varrho_3 \ , \\ M_1 &= e_1\varrho_0 + h_3\varrho_2 - h_2\varrho_3 \ , \\ M_2 &= e_2\varrho_0 + h_1\varrho_3 - h_3\varrho_1 \ , \\ M_3 &= e_3\varrho_0 + h_2\varrho_1 - h_1\varrho_2 \ . \end{aligned}\right\} \qquad (18)$$

Comparons le système (18) au système (15); M, nous le savons, doit être un tétravecteur, et (17bis) ou ρ_0, ρ_1, ρ_2, ρ_3, en donne un autre. Donc, pour que le mouvement de l'électron ait le caractère invariant qui nous est imposé, il faut, suivant esl conclusion du paragraphe précédent que le *vecteur*

$$\eta = e + hi = \begin{Bmatrix} e_1 & e_2 & e_3 \\ h_1 & h_2 & h_3 \end{Bmatrix}$$

soit un hexavecteur.

§ 9. On est conduit à la même conséquence quand on étudie les conditions moyennant lesquelles le champ lui-même possède un caractère invariant quel que soit l'observateur, S ou S', qui l'examine.

Les équations de Maxwell-Hetz sont les suivantes, sous forme vectorielle.

$$\operatorname{rot} h = \dot{e} + \varrho q \ , \quad \operatorname{rot} e = -\dot{h} \ ,$$

$$\operatorname{div} e = \varrho \qquad , \quad \operatorname{div} h = 0 \qquad ;$$

ici $\dot{e}$, par exemple, signifie $\frac{\partial e}{\partial t}$ ou $\frac{\partial e}{\partial x_0}$.

Employons pour le *tétracourant de convection* les notations de la formule (17); on constate à l'instant que les équations précé-

dentes s'obtiennent en séparant le réel et l'imaginaire dans les deux que voici

$$\operatorname{div}(e + hi) = \varrho_0 \ ,$$

$$\frac{1}{i} \operatorname{rot}_k (e + hi) - \frac{\partial}{\partial x_0} (e_k + h_k i) = \varrho_k \ . \qquad (k = 1.2.3)$$

Introduisons dans les trois dernières les facteurs ii_1, ii_2, ii_3, posons $\eta = e + hi = (e_1 + h_1 i)\, i_1 + \ldots$ et

$$R = \varrho_0 + i\,(i_1 \varrho_1 + i_2 \varrho_2 + i_3 \varrho_3) \ ,$$

additionnons enfin les quatre formules, après avoir remplacé les facteurs symboliques *div* et *rot* par leurs valeurs développées, il vient

$$R = \left.\begin{array}{l} \dfrac{\partial}{\partial x_1} \eta_1 + \dfrac{\partial}{\partial x_2} \eta_2 + \dfrac{\partial}{\partial x_3} \eta_3 \\ + \left[- \dfrac{\partial \eta_1}{\partial x_0} + i \left(\dfrac{\partial \eta_2}{\partial x_3} - \dfrac{\partial \eta_3}{\partial x_2} \right) \right] ii_1 \\ + \left[- \dfrac{\partial \eta_2}{\partial x_0} + i \left(\dfrac{\partial \eta_3}{\partial x_1} - \dfrac{\partial \eta_1}{\partial x_3} \right) \right] ii_2 \\ + \left[- \dfrac{\partial \eta_3}{\partial x_0} + i \left(\dfrac{\partial \eta_1}{\partial x_2} - \dfrac{\partial \eta_2}{\partial x_1} \right) \right] ii_3 \end{array}\right| . \qquad (19)$$

Telle est la forme quaternion des équations du champ. Il y figure deux *tétravecteurs* (de première espèce) ; l'un est le tétracourant de convection R, l'autre est le vecteur symbolique

$$-\frac{\partial}{\partial x_0}, \frac{\partial}{\partial x_1}, \frac{\partial}{\partial x_2}, \frac{\partial}{\partial x_3} .$$

Comparons la formule (19) aux formules (14) et rappelons le théorème qui termine le paragraphe (7). La conséquence suivante se dégage immédiatement ; *pour que les équations du champ se reproduisent sans changement quand on passe du point de vue de l'observateur* S *à celui de l'observateur* S', *il faut que le quaternion* $\eta = e + hi$ *soit un hexavecteur*. Cette condition est identique à celle tirée de la Dynamique de l'électron ; pour vérifier dans les deux théories le principe de relativité, il faut donc et il suffit que le champ électromagnétique η subisse la transformation caractéristique de l'hexavecteur.

J'ajoute que les notations quaternionniennes, employées exclusivement à toute autre, font ressortir au premier coup d'œil les invariances imposées par le principe de relativité.

Posons

$$\eta = e + hi = \eta_1 i_1 + \eta_2 i_2 + \eta_3 i_3$$

pour l'hexavecteur du champ,

$$X = x_0 + i\,(i_1 x_1 + i_2 x_2 + i_3 x_3)\,,$$

pour le tétravecteur déterminant la position de l'électron,

$$\Delta = -\frac{\partial}{\partial x_0} + i\left(i_1 \frac{\partial}{\partial x_1} + i_2 \frac{\partial}{\partial x_2} + i_3 \frac{\partial}{\partial x_3}\right)$$

pour le tétravecteur symbolique de différentiation,

$$R = \varrho_0 + i\,(i_1 \varrho_1 + i_2 \varrho_2 + i_3 \varrho_3)$$

pour le tétravecteur de convection ; la même notation a été employée ci-dessus pour la tétravitesse de l'électron mobile, mais il vaut mieux désigner celle-ci par

$$\varepsilon \frac{dX}{d\sigma} = \frac{\varepsilon}{\sqrt{1-q^2}} \left\{ 1 + i_1 q_1 + i_2 q_2 + i_3 q_3 \right\} .$$

Suivant ces notations, nous avons, pour le mouvement de l'électron dans le champ η, la formule quaternion

$$\mu \frac{d^2X}{d\sigma^2} = \varepsilon \left[i\eta \frac{dX}{d\sigma} \right]_p , \qquad (20)$$

dans laquelle l'indice p désigne la partie paire du biquaternion entre crochets.

De leur côté les équations de Maxwell-Hertz s'écrivent simplement

$$R = i\eta\,\Delta\,, \qquad (21)$$

et l'invariance des équations (20 et (21) résulte immédiatement du fait que η se transforme suivant la formule $U \,.\, \bar{U}$, tandis que X, Δ et R subissent la transformation $U \,.\, \bar{U}$ des tétravecteurs, et que les quantités μ, ε et σ restent sans changement.

ÉTUDE AGROLOGIQUE

SUR PLUSIEURS

COMPOSÉS FERTILISANTS OU ANTICRYPTOGAMIQUES

EMPLOYÉS EN AGRICULTURE

PAR

Bogumil de WILKOSZEWSKI

Privat-docent à l'Université de Genève

(Suite et fin [1]*)*

POUVOIR ABSORBANT DE DIFFERENTES TERRES A L'ÉGARD DE LA CYNAMIDE CALCIQUE

L'application de la cyanamide calcique dans la pratique agricole a devant elle un grand avenir, aussi longtemps qu'on ne trouvera un autre moyen plus économique de fixation de l'azote atmosphérique.

On a fait beaucoup d'objections sur sa valeur fertilisante, à cause des transformations profondes qu'elle subit, lorsqu'elle est exposée à l'air humide ou enfouie dans le sol.

L'action fertilisante de la cyanamide ne vient pas d'elle-même, mais est due aux produits ammoniacaux et nitrés qui en dérivent.

En effet, dans le premier stade de sa transformation, on obtient un produit de polymérisation, le dicyandiamide, que la majorité des auteurs (Wagner, Immendorf, Muntz, Nottin, Brioux et autres, sauf Ulpiani) ont reconnu comme nocive pour les végétaux ; cette opinion est basée sur les résultats négatifs qui ont été obtenus dans certains cas sur les diverses cultures.

[1]) Voir *Archives*, t. XLIV, p. 165.

Néanmoins, ces auteurs ont constaté dans d'autres cas les bons effets de la cyanamide sur les plantes comme le sarrasin, le froment, la luzerne, etc., équivalents à ceux de sulfate d'ammoniaque.

La diversité des résultats obtenus avec la cyanamide et les divergences d'opinions qui en résultent, proviennent du mode opératoire et de la qualité de la cyanamide calcique employée.

Il est reconnu aujourd'hui qu'on doit employer la cyanamide fraîche ou conservée dans un endroit parfaitement sec ; autrement la cyanamide subit la transformation en dicyandiamide, et dans ce dernier cas une quantité notable de cette substance introduite dans la terre est défavorable au développement de la plante ; les bactéries seraient-elles empoisonnées ou capables de transformer à la longue cette substanee nocive en produits ammoniacaux et nitrés ? La question reste encore à résoudre.

Pour la même raison la cyanamide ne doit pas être employée en trop fortes doses, et il est préférable de l'enfouir dans le sol une dizaine de jours avant les semailles.

Tels sont les faits déjà acquis ; je me suis donc proposé d'étudier le pouvoir absorbant de certaines terres à l'égard d'une solution de cyanamide de calcium.

Au cours de mes essais, faits sur une terre stérilisée, j'ai constaté, dans les eaux de drainage, la présence de nitrites et d'ammonium.

Comme la nitrification de la cyanamide ainsi que son ammonification sont considérées jusqu'à présent comme un phénomène dû seulement à l'action des ferments ou des bactéries du sol, j'ai entrepris des recherches sur la nitrification et l'ammonification de la cyanamide pour élucider cette question.

J'ai fait les essais avec deux solutions de cyanamide calcique de différentes concentrations.

Pour préparer la première solution, j'ai pesé 2,5 gr. de cyanamide calcique brute, telle qu'on la livre au commerce, mais d'une bonne qualité. Je l'ai introduite dans un verre Philipps et j'y ai ajouté d'un seul coup 500 c.c. d'eau froide distillée.

J'ai dû opérer de cette façon, pour que la chaux vive qui pouvait s'y trouver n'élève pas la température, ce qui aurait eu

pour conséquence une décomposition ou une transformation de la cyanamide calcique.

Après avoir laissé reposer le mélange pendant deux heures, pour que la cyanamide puisse totalement être dissoute, je l'ai filtré ; la solution a été ensuite introduite dans un ballon jaugé et additionnée d'eau distillée jusqu'au volume d'un litre.

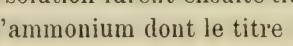
Pour préparer la solution de cyanamide de calcium d'une concentration plus forte, j'ai pesé 10 gr. de la même cyanamide calcique et j'ai opéré comme dans le cas précédent.

Bien que la cyanamide employée ait été quatre fois plus grande que dans le premier cas, la concentration de la solution n'a pas augmenté proportionnellement.

Dans la détermination de la teneur des solutions en azote cyanamidique, je me suis servi de la méthode proposée par Caro, mais sans addition d'ammoniaque.

Ces analyses ont exigé la préparation d'une solution de sulfocyanure d'ammonium titrée ; pour déterminer le titre de cette solution, je me suis servi d'une solution de nitrate d'argent, dont la teneur en argent était exactement connue. Ayant pris un petit bloc d'argent chimiquement pur, j'en ai fait une solution de 200 c.c. contenant 0,8964 d'Ag.

20 c.c. de cette solution furent ensuite titrés par une solution de sulfocyanure d'ammonium dont le titre était à déterminer.



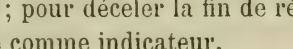
$$NH_4CNS + AgNO_3 = NH_4NO_3 + AgCNS$$

Le sulfocyanure d'argent se dépose sous forme d'un précipité blanc volumineux ; pour déceler la fin de réaction j'ai employé le sulfate ferrique comme indicateur.

Le titre de la solution de sulfocyanure d'ammonium était un peu plus fort que celui d'une solution déci-normale.

Le dosage de la cyanamide a été exécuté de la façon suivante :

A la solution de cyanamide calcique fraîche où filtrée à travers une terre, j'ai ajouté un léger excès de solution de nitrate d'argent ; la cyanamide s'est alors précipitée sous forme de cyanamide d'argent jaune clair, d'après la réaction :



$$CN_2Ca + 2\,AgNO_3 = CN_2Ag_2 + Ca(NO_3)_2$$

Le précipité est d'habitude brunâtre, dû, comme le dit Ulpiani, à la formation de l'acétylure d'argent brun foncé. La présence de l'acétylure était surtout caractérisée dans la solution fraîche, tandis que les solutions filtrées à travers les terres ne donnaient plus lieu à la formation de cet acétylure d'argent, ou alors sa quantité était beaucoup plus faible que dans la solution fraîche.

J'ai séparé le précipité de la cyanamide d'argent par filtration et j'ai lavé avec de l'eau distillée froide jusqu'à ce que la liqueur ne donne plus de réaction d'Ag.

J'ai ensuite dissous le précipité, en le traitant sur le filtre par l'acide nitrique chaud, puis bien lavé le filtre avec de l'eau distillée.

L'argent contenu dans cette solution fut titré par la solution de sulfocyanure d'ammonium à teneur connue ; la quantité d'argent déterminée de cette façon correspondait précisément à la quantité d'azote cyanamidique contenue dans la solution de cyanamide calcique.

Chaque atome d'argent, précipité par le sulfocyanure, correspond à un atome d'azote cyanamidique ; donc chaque centimètre cube de la solution de sulfocyanure, correspond à 0,013 gr. d'Ag., correspondant à

$$0{,}013 \times \frac{14}{107{,}7} = 0{,}0017 \text{ gr.}$$

d'azote cyanamidique.

J'ai fait de la même façon toutes les déterminations d'azote cyanamidique contenu soit dans les solutions fraîches, soit dans les solutions filtrées à travers les différentes terres.

Pour déceler la présence d'ammonium, j'ai employé le réactif de Nessler. Toutefois, je dois faire remarquer que, d'après les expériences faites, j'ai constaté que *le réactif de Nessler ne donne le précipité rouge caractéristique avec l'ion d'ammonium, qu'en absence de la cyanamide calcique.* En présence de la cyanamide, il se forme un précipité jaune-verdâtre se transformant presque aussitôt en un précipité gris foncé, qui est probablement le mercure métallique ; il se produit par conséquent une réduction du sel de mercure.

Le dosage de l'ammonium a été fait en le déplaçant par la soude caustique et par distillation, les vapeurs étant absorbées par une solution d'acide sulfurique $\frac{N}{10}$.

Les recherches qualitatives ainsi que les dosages des nitrites ont été faits colorimétriquement, au moyen des réactifs suivants :

1° (acide sulfanilique et α-naphtylamine) en solution acétique, qui en présence des nitrites donne une matière colorante rouge pourpre ;

2° (acide salicylique et benzidine) en solution alcoolique, qui ajoutée à une solution contenant des nitrites donne une matière colorante jaune ; le procédé n'est bon que pour les recherches qualitatives ;

3° acide phénique (3 gr.) dissout dans 100 c.c. d'acide acétique glacial ; en présence des nitrites il se forme de l'acide picrique, qui par sa coloration jaune est très commode pour les dosages colorimétriques. Ce procédé est beaucoup moins sensible que celui à l'acide sulfanilique et α-naphtylamine ;

4° l'iodure de potassium amidonné pour déceler la présence des nitrites ;

5° la brucine pour déceler la présence des nitrates et des nitrites ;

6° enfin pour la détermination quantitative des nitrites et des nitrates pris ensemble, je me suis servi de la réaction reposant sur le même principe de la formation d'acide picrique, mentionné plus haut, et qui consiste à traiter le résidu sec contenant les nitrites ou nitrates par une solution d'acide phénique dans l'acide sulfurique concentré. On obtient une coloration jaune due à la présence d'acide picrique formé.

Les dosages des nitrites et des nitrates ont été faits par la comparaison des solutions colorées obtenues avec des solutions à échelles correspondantes et faites dans les conditions identiques.

Dans les essais du tableau E, exécutés avec la solution de cyanamide calcique (à 0,221 gr. d'azote par litre), je n'ai pas fait de dosages de l'azote ammoniacal contenu dans les liquides filtrés, car la recherche qualitative avec le réactif de Nessler n'a jamais décelé sa présence.

Mais comme je l'ai déjà mentionné plus haut, la cyanamide calcique empêche de déceler l'ion ammonium par le réactif de Nessler. Il faut donc d'abord se débarrasser de la cyanamide en la précipitant par le nitrate d'argent ; ce n'est qu'alors que dans la solution filtrée l'ion ammonium donne le précipité rouge caractéristique avec le réactif de Nessler.

C'est de cette manière que j'ai procédé dans mes essais avec la deuxième solution de cyanamide calcique de concentration 0,756 gr. d'azote par litre et dont les résultats sont inscrits dans la table F.

Toutes les expériences ont été faites sur des couches de terre d'une épaisseur de 30 cm., sauf dans un cas où j'ai filtré la solution à travers une couche de terre silico-argileuse de 10 cm. d'épaisseur (essai VII, table F).

Les résultats des analyses faites sur les solutions recueillies sont résumés dans les tableaux des pages 262 et 263.

Après avoir recueilli la solution de cyanamide filtrée à travers le sable de Fontainebleau (essai I, table F), j'ai transvasé ce dernier dans une fiole conique en cuivre en y ajoutant de l'eau et de l'oxyde de magnésium en excès, et j'ai déterminé la quantité d'ammoniaque déplacée par distillation.

La quantité trouvée d'ammoniaque correspondait à 1,4 % d'azote par rapport à celui contenu dans la solution de cyanamide fraîche.

Après les expériences faites sur les terres V, VI, VII, table F), je les ai traitées par l'acide nitrique et dans les solutions obtenues j'ai dosé les quantités d'ammoniaque, en la déplaçant par la soude caustique et par distillation.

La terre silico-argileuse de l'essai V contenait 7,4 % d'azote de la cyanamide fraîche sous forme d'ammoniaque ; la terre de l'essai VI en contenait 14,8 % et la terre de l'essai VII aussi 7,4 %.

. . . . . .

La quantité de cyanamide absorbée par le sable de Fontainebleau (essai IV, table E) était relativement forte, car j'ai répété dix fois la filtration à travers ce sable ; après la première, la solution était presque de même concentration que la solution fraîche.

Table E

des données expérimentales sur l'absorption et les transformations de la cyanamide calcique en solution aqueuse, pendant son passage à travers différentes terres, d'une couche de 30 cm. d'épaisseur. Les chiffres sont rapportés à 100 cc. de la solution fraîche contenant 0,0221 gr. = 22,1 mgr. d'azote cyanamidique.

N° d'essai	Terre employée	Poids de terre gr.	Durée d'écoulement Heures	Mgr. d'azote recueilli sous forme de Cyanamide	Mgr. d'azote recueilli sous forme de Nitrite	% d'azote recueilli sous forme de Cyanamide	% d'azote recueilli sous forme de Nitrite	% d'azote absorbé par la terre
I	Sable de Fontainebleau	115	—	12,75	0,01	57,7 %	0,04 %	42,26 %
II	Sable 80 % et $CaCO_3$ 20 %	100	—	7,25	—	33 %	—	67 %
III	Terre d'Angers (sans $CaCO_3$)	55	24	12,75	0,015	57,7 %	0,07 %	42,23 %
IV	» » à 1 % calcaire	50	24	12,75	0,025	57,7 %	0,1 %	42,2 %
V	» » à 5 % calcaire	50	24	11,9	0,05	53,8 %	0,2 %	46 %
VI	T. silico-argileuse à 0.38 % calc.	95	24	7,6	0,02	34 %	0,09 %	66 %
VII	T. silico-argileuse à 5 % calcaire	84	24	8,5	0,03	38,4 %	0,14 %	61,5 %

Remarque: Dans l'essai I la solution a été filtrée à travers le sable 10 fois.

TABLE F

des données expérimentales sur l'absorptian et les transformations de la cyanamide calcique en solution aqueuse, pendant son passage à travers différentes terres, d'une couche de 30 cm. d'épaisseur. Les chiffres sont rapportés au volume de 100 cc. de solution fraîche contenant 0,0756 gr. = 75,6 mgr. d'azote cyanamidique

N° de l'essai	Poids de terre gr.	Durée d'écoulement Heures	Quantité exprimée en milligrammes d'azote recueilli dans 100 cc. de la solution filtrée sous forme de			dans 50 c³. d'eau de lavage sous forme de		% d'azote recueilli sous forme de			% d'azote absorbé par la terre
			Cyanamide	Ammonium	Nitrite	Cyanamide	Ammonium	Cyanamide	Ammonium	Nitrite	
I	120	1/4	61,2	10,5	0,01	—	—	81 %	13,8 %	0,013 %	5,2 %
II	105	1/2	57,8	5,25	0,015	—	—	76,4 %	7 %	0,02 %	16,6 %
III	50	22	23,8	10,5	0,03	—	1,4	31,4 %	15,6 %	0,04 %	53 %
IV	48	22	25,5	7	0,04	1,36	traces	33,7 %	9,2 %	0,05 %	43 %
V	90	22	15,7	8,7	0,03	3,4	2,6	25 %	20,9 %	0,04 %	44,1 %
VI	80	22	11,4	5,2	0,02	3,23	1,75	19,3 %	9,3 %	0,027 %	71,4 %
VII	28	22	11	21,	0,02	5,9	4,4	24,2 %	33,5 %	0,027 %	44,3 %

Remarques : Essai V, l'azote ammoniacal fut encore trouvé dans la 2me eau de lavage 2,8 mgr. et dans la 3me eau de lavage 1,7 mgr. — Essai VII, la couche de terre fut de 10 cm. d'épaisseur ; dans les eaux du 2me lavage, j'ai trouvé encore 1,36 mgr. d'azote cyanamidique.

Légende de table F. : I. Sable de Fontainebleau ; II, Sable de Fontainebleau 90 % et $CaCO_3$ 10 % ; III, Terre d'Angers ; IV. Terre d'Angers à 10 % calcaire ; V, Terre silico-argileuse à 38 % calcaire ; VI et VII, Terre silico-argileuse à 10 % calcaire.

Le pouvoir absorbant du sable est en général tout à fait insignifiant.

Le calcaire semble souvent augmenter le pouvoir absorbant de la terre, quoique dans certains cas il paraisse ne pas avoir d'influence sur l'absorption de la cyanamide (voir essais VI et VII de la table E).

Quant à l'ammoniaque trouvé dans les eaux de drainage, elle y est moins abondante après avoir traversé des terres calcaires, que dans le cas des terres qui en sont exemptes.

Cela prouverait que les terres calcaires retiennent l'ammonium plus facilement que ne le font les terres qui en sont dépourvues, ou que le calcaire empêche l'ammonification de la cyanamide.

La première hypothèse est vérifiée par les essais V et VI de la table F, dans lesquels l'azote ammoniacal retrouvé dans la terre exempte de calcaire ne présentait que 7,4 % de l'azote employé tandis que la même terre à 10 % calcaire en a retenu 14,8 %; mais quand sa couche n'était que de 10 cm. d'épaisseur, elle a retenu seulement 7,4 % d'azote sous forme d'ammonium.

On voit par ces résultats que l'absorption d'azote ammoniacal par la terre calcaire n'est pas brusque comme cela a lieu avec les sels de fer, mais qu'elle est plutôt uniforme.

L'ammonium trouvé dans les eaux de drainage était, au moins en partie, sous forme de carbonate ; le liquide recueilli bleuissait le papier de tournesol et donnait la réaction du carbonate.

Dans tous les essais, faits sur la cyanamide, les eaux de drainage contenaient aussi de faibles doses d'urée.

Il est probable, comme cela a déjà été mentionné par Ulpiani, que la cyanamide se transforme en urée, soit directement, soit après avoir passé par la forme dicyanamide. Ce fait a aussi été signalé par A. Monnier, lors de son étude sur la cyanamide, qui, sous l'action des acides, subit dans certaines circonstances la transformation en urée.

Je suppose que dans la terre la réaction suivante a lieu :

$$CN_2Ca + 2H_2O + CO_2 = \underline{CO(NH_2)_2} + CaCO_3$$

ou bien

$$CN_2Ca + 3H_2O = \underline{CO(NH_2)_2} + Ca(OH)_2$$

Il est possible que la réaction passe par des stades divers pour donner lieu à la formation de l'urée qui n'est aussi qu'un produit intermédiaire, car d'après mes expériences faites avec une solution d'urée dont je parlerai ultérieurement, celle-ci est hydrolysée pendant son infiltration à travers le sol et se transforme en carbonate d'ammonium.

$$CO(NH_2)_2 + 2H_2O = (NH_4)_2CO_3$$

Dans les expériences citées plus haut, la formation des nitrites ne correspond pas à la concentration en azote de la solution employée et ne dépasse pas la limite de l'ordre des infiniment petits, mais elle paraît être favorisée par la présence du calcaire.

Pour étudier les circonstances qui favorisent la formation des nitrites, j'ai fait quelques expériences sur une terre d'infusoires, en filtrant à travers elle des solutions de cyanamide calcique, d'urée, de carbonate d'ammonium, d'ammoniaque et d'eau distillée.

J'ai fait aussi plusieurs essais sur des terres stérilisées, pour examiner si la terre d'elle-même a la propriété de faciliter les oxydations qui transforment la cyanamide en nitrites et nitrates, ou si c'est une action spécifique due aux bactéries, comme cela est admis jusqu'à présent et confirmé par les études faites il y a quelques années par MM. Muntz et Nottin sur la nitrification de la cyanamide.

FORMATION DES NITRITES PENDANT LA FILTRATION DE CERTAINES SOLUTIONS A TRAVERS LES TERRES

Pour vérifier mes suppositions faites sur les transformations que subit une solution de cyanamide calcique en s'infiltrant dans le sol, et pour essayer d'intensifier la production des nitrites, j'ai fait avec une terre d'infusoires, qui est d'une structure très poreuse, les expériences suivantes :

1° Une solution d'urée, après avoir passé à travers une terre

d'infusoires, mélangée avec du sable pour la rendre plus perméable ou liquide, est en grande partie hydrolysée et transformée en carbonate d'ammonium, ce qui se passe aussi dans le cas d'une solution de cyanamide comme je l'ai déjà signalé.

a) $$CaN_2C + 3H_2O = Ca(OH)_2 + CO(NH_2)_2$$

b) $$CO(NH_2)_2 + 2H_2O = (NH_4)_2CO_3$$

La solution fraîche d'urée ne donnait pas de précipité avec le réactif de Nessler, tandis qu'après son passage à travers la terre d'infusoires le précipité rouge a été très abondant; la solution, qui donnait une réaction alcaline, contenait aussi le carbonate.

2° Une solution d'urée (50 c.c.), après avoir traversé pendant 70 heures une couche de terre d'infusoires de 10 cm. d'épaisseur, a donné une forte réaction de nitrites, dont la concentration correspondait à *0,3 mgr.* d'azote nitreux rapporté à un volume de 100 c.c. de solution.

La présence des nitrites a été décelée et mise en évidence par tous les réactifs que j'ai énumérés plus haut.

En outre la solution contenait encore de l'urée et du carbonate d'ammonium.

3° 25 c.c. d'urée additionnée de 25 c.c. d'eau oygénée à 10 vol. d'oxygène ont été filtrés à travers la terre d'infusoires, et le liquide recueilli ne contenait plus de nitrites, mais j'ai obtenu une réaction nette constatant la présence des *nitrates.*

4° En versant 50 c.c. de la solution de cyanamide calcique à *75,6 mgr.* d'azote dans 100 c.c., sur une couche de terre d'infusoires de 10 cm. d'épaisseur, le liquide recueilli a donné une réaction des nitrites dont la concentration correspondait à 0,15 mgr. d'azote nitreux rapporté à 100 c.c. de solution. Cette concentration fut trois fois plus forte que celle de l'expérience faite sur la terre d'Angers à 10 % calcaire (essai V, table E). Cette expérience a fourni la plus forte concentration des nitrites, obtenue avec les terres ordinaires.

Sans avoir déplacé le liquide retenu dans la terre d'infusoires et après l'avoir laissé reposer pendant 24 heures, j'ai versé sur cette terre une solution composée de 20 cc. de cyanamide et de 10 c.c. d'eau oxygénée.

La solution recueillie après son passage à travers la terre a donné une réaction très forte des nitrites ; l'azote contenu dans la solution sous cette forme correspondait à une concentration de 2,9 mgr. rapportés à 100 c.c. de la solution.

La teneur de cette solution en azote nitreux était donc *vingt fois* plus forte que dans le cas précédant, ou la cyanamide seule, sans être accompagnée d'eau oxygénée, fut filtrée à travers la même terre.

Par le dosage des nitrites et des nitrates, pris ensemble, par la méthode colorimétrique avec le réactif, acide phénique dissout dans l'acide sulfurique concentré, j'ai trouvé que leur quantité était environ double de celle des nitrites. La teneur en azote nitrifié total correspondait à 6 mgr. rapportés à 100 c.c. de la solution.

En mélangeant simplement dans une éprouvette la solution de cyanamide avec celle de l'eau oxygénée, la formation des nitrites fut tout à fait insignifiante, même presque impossible à déceler. Cela prouve que pour qu'une forte production des nitrites ait lieu, il faut un catalyseur tel que la terre d'infusoires par exemple.

D'après ces essais, on voit qu'une solution de cyanamide est aussi facilement transformée en produits nitrés qu'une solution d'urée.

La solution d'urée que j'ai employée contenait 1,4 gr. d'azote par litre, tandis que la solution de cyanamide en contenait 0,756 gr. par litre. La concentration de l'azote dans la solution d'urée était donc presque double de celle de la cyanamide, et la quantité d'azote nitrifié, provenant de l'urée, était aussi presque double de celui obtenu par nitrification de la cyanamide.

Il se peut que par oxydation l'urée arrive plus vite au stade des composés nitriques, que la cyanamide calcique ; néanmoins toutes ces expériences, citées plus haut, prouvent que la cyanamide, au cours de ses transformations, donne de l'urée comme produit intermédiaire.

5° Une solution de *carbonate d'ammoniaque*, de même concentration en azote que la solution d'urée, a donné, après son infiltration à travers les terres d'infusoires, presque la même quantité de nitrites que la solution d'urée.

6° Mais avec une solution d'ammoniaque, de même concentration en azote que les solutions précédentes, la formation des nitrites fut moins abondante.

Les mêmes essais répétés sur la terre d'infusoires, à une température de 40° C. environ, ont donné lieu à une formation de nitrites plus faible. La production des nitrites est donc plutôt favorisée par des températures moins élevées.

7° J'ai fait, à plusieurs reprises, des essais avec de l'eau distillée pure qui, après avoir traversé une couche de terre d'infusoires, a donné une réaction des nitrites. La présence de ces derniers fut aussi décelée dans l'eau distillée, après son passage à travers une terre d'infusoires *préalablement chauffée à l'étuve à 160° C. pendant six heures.* Mais une solution de cyanamide calcique et surtout une solution d'urée dans les mêmes conditions ont donné lieu à une formation de nitrites beaucoup plus forte (10 à 15 fois) que ce fut le cas avec l'eau distillée. Avant le passage à travers la terre, ni l'eau distillée, ni la cyanamide, ni l'urée, etc.. n'ont donné de réactions des nitrites.

Au cours de mes expériences, j'ai remarqué qu'en filtrant l'eau distillée à travers la terre, c'est toujours la première fraction du liquide filtré qui est la plus riche en nitrites. *Quand la terre est déjà saturée d'humidité, la formation des nitrites devient plus faible, puis cesse complètement.*

Par exemple, en versant les 50 c.c. d'eau distillée sur la terre d'infusoires stérilisée (chauffée préalablement à 160° C. à l'étuve), la quantité des nitrites correspondait à *0,02 mgr.* d'azote par 100 c.c.

En versant ensuite les nouveaux 50 c.c. d'eau distillée, la teneur en nitrites du liquide filtré ne correspondait qu'à *0,009 mgr.* d'azote par 100 c.c. La troisième portion de 50 c.c. d'eau distillée, après le passage à travers cette terre humide, n'a plus donné la réaction des nitrites.

Mais quand j'ai desséché cette terre à l'étuve, l'eau de drainage a de nouveau donné la réaction des nitrites.

Le même phénomène s'est reproduit pendant les opérations faites dans une atmosphère absolument exempte de nitrites.

J'ai procédé dans ce cas de la façon suivante :

J'ai placé une allonge sous une cloche, dans laquelle l'air

ne pénétrait qu'après avoir passé par une série de laveurs contenant :

a) de l'acide sulfanilique et α-naphtylamine, pour déceler éventuellement la présence des nitrites contenus dans l'air et les y arrêter en même temps ;

b) de soude caustique pour absorber les oxydes d'azote, et

c) de l'eau distillée. *(Fig. 2)*.

Cet air, après avoir pénétré sous la cloche, a traversé la terre pour être ensuite aspiré par la trompe.

Dans ces conditions, l'expérience répétée avec de l'eau distillée a toujours donné lieu à une formation des nitrites dans la première fraction d'eau filtrée.

Après dessication de la terre par aspiration de l'air par la trompe, la nouvelle portion d'eau distillée, filtrée à travers la terre, contenait encore des nitrites.

J'ai parfois obtenu, dans la solution filtrée, un faible précipité rouge par l'addition de réactif de Nessler ; la solution contenait par conséquent une petite dose d'ammoniaque, à peine décelable.

En filtrant l'eau distillée à travers la même terre d'infusoires, mais préalablement calcinée *au rouge vif* pendant 2 heures, la production des nitrites fut alors presque nulle.

8° Les solutions de cyanamide, d'urée et de carbonate d'ammonium filtrées à travers une terre d'infusoires préalablement calcinée comme dans le cas ci-dessus, donnent aussi lieu à une formation de nitrites moins forte que celle obtenue dans les expériences faites avec la même terre non calcinée.

Cela explique que les propriétés primitives de la terre d'infusoires ont été modifiés par calcination.

9° Une solution de carbonate d'ammonium filtrée *deux fois* à travers une couche de sable, additionnée d'un peu de terre d'infusoires et de 15 cm. d'épaisseur, préalablement lavé et séché à l'étuve à 160° C., puis refroidi à la température ordinaire, 17° C., a donné une réaction des nitrites, correspondant à 0,025 mgr. d'azote nitreux dans 100 c.c.

Lorsque j'ai filtré trois fois cette solution, sa concentration en nitrites était un peu plus forte, lorsque je l'ai filtré dix fois à travers le même sable, desséché après chaque filtration par un

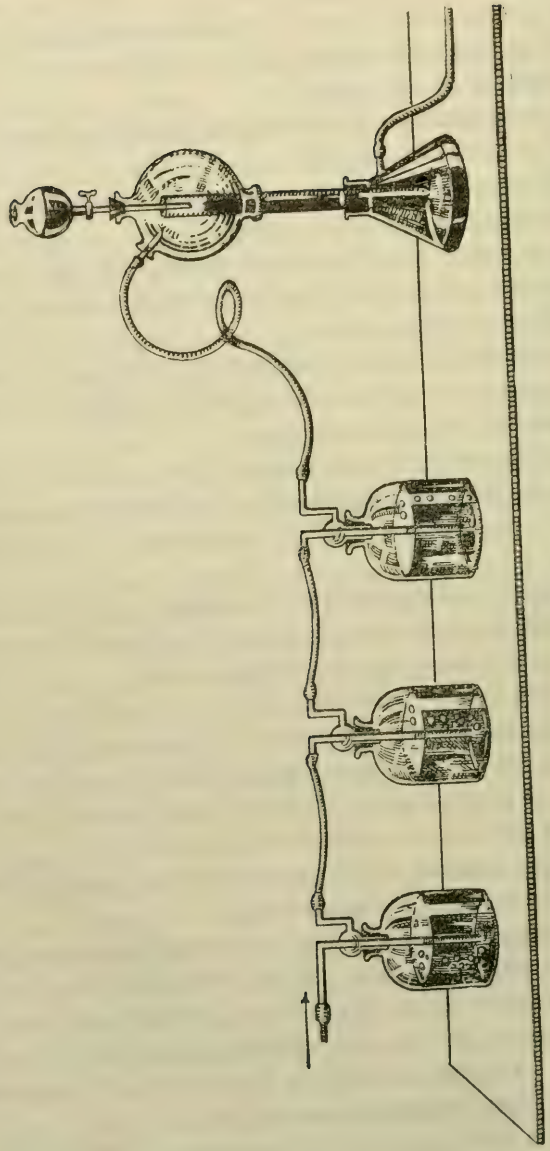


Fig. 2

courant d'air purifié dans les laveurs, j'ai obtenu la solution de carbonate d'ammonium contenant 0.06 mgr. d'azote nitreux dans 100 c.c., c'est-à-dire que la concentration en nitrites n'était que trois fois environ plus forte que celle de la solution obtenue après la seconde filtration.

La concentration des nitrites varie donc en fonction directe du nombre des filtrations, mais elle n'est pas proportionnelle à ce nombre.

10° Pendant la filtration de la solution de cyanamide à travers une terre silico-argileuse décalcifiée, donc stérile, il y a eu aussi formation de nitrites, d'une concentration a peu près égale à celle que j'ai obtenue avec la même terre non stérilisée, à 0,38 % calcaire (essai V, table F).

Dans quelles circonstances la formation des nitrites se produit-elle ? A-t-elle lieu pendant que les premières portions d'eau distillée filtrent à travers la terre d'infusoires sèche, ou pendant le passage de l'air à travers la terre humide ?

C'est une question qui reste à résoudre.

Probablement que ce phénomène est dû aux faibles décharges électriques, produites au sein de la terre d'infusoires pendant le passage de l'eau à travers la terre sèche, ou pendant le passage de l'air à travers une terre qui contient de l'humidité.

D'après les expériences de Schönbein, faites sur la formation des nitrites dans les couches inférieures humides de notre atmosphère, due aux faibles décharges électriques qui se produisent dans notre atmosphère d'une façon permanente, on peut déduire que la même réaction a eu lieu dans mes essais avec de l'eau distillée pure, la terre ne faisant que faciliter ce phénomène.

La présence du nitrite d'ammonium s'explique donc par la formule :

$$2\,N + 2\,H_2O + \text{énergie ou catalyseur} = (NH_4 . NO_2)$$

Il résulte de toutes ces expériences que la nitrification qui se passe dans la terre n'est pas due seulement aux bactéries nitrifiantes, mais que c'est un phénomène d'ordre chimique, dans lequel la terre, par sa structure poreuse, facilite les oxyda-

tions et grâce à son action de surface, joue le rôle d'un catalyseur.

Il est probable que les phénomènes électriques y interviennent aussi.

Résumé et Conclusions

Nous avons constaté expérimentalement que le fer de la solution de sulfate ferrique est plus vite absorbé par le sol que celui d'une solution de sulfate ferreux. Dans ce dernier cas le fer retenu par la terre y a été retrouvé à l'état trivalent. Cela prouve donc que le fer n'est retenu par la terre qu'après avoir été oxydé. L'oxydation se fait avec le concours du phénomène d'hydrolyse, d'après la formule :

$$Fe^{\cdot\cdot}\,SO''_4 + 2H_2O = Fe(OH)_2 + H_2SO_4$$
$$Fe_2(OH)_4 + H_2O + O = Fe_2(OH)_6$$

C'est probablement sous cette forme que le fer est absorbé ; il est possible que l'acide libre agit en partie sur l'hydrate formé en donnant un sel basique insoluble qui ne peut pas être enlevé à la terre.

En tout cas il résulte des analyses que j'ai faites que le phénomène d'hydrolyse est manifestement favorisé en présence des particules terreuses.

Après les terres calcaires, dans lesquelles le fer est brusquement retenu, viennent les terres argileuses, dont le pouvoir absorbant à l'égard du sulfate ferrique est très fort, mais ce n'est plus le cas pour une solution de sulfate ferreux, parce que les oxydations dans une terre argileuse sont moins faciles à se produire.

Les mêmes phénomènes d'hydrolyse et d'oxydation ont lieu avec une solution de sulfate de manganèse.

Après la filtration de la solution de sulfate manganeux, la terre contient des oxydes manganiques et la réaction se passe suivant la formule :

$$Mn^{\cdot\cdot}\,SO''_4 + H_2O = MnO + H_2SO_4$$
$$MnO + O = MnO_2$$

On obtient un peroxyde de manganèse ou un autre oxyde de la série manganique.

C'est probablement dans ce phénomène que réside le rôle d'engrais *catalytique* du manganèse ; par ces transformations il est capable de fixer l'oxygène naissant, nécessaire à certaines oxydations, qui sans sa présence seraient incapables de se produire. Cette production de l'oxygène se fait de la manière suivante :

$$MnO_2 + R''H_2 = H_2O + R''Mn + O$$

R'' étant un radical acide.

Le sel de manganèse est de nouveau hydrolysé et l'oxyde manganeux oxydé en oxyde manganique.

Dans les expériences avec la solution du $CuSO_4$, exécutées dans les mêmes conditions, c'est aussi l'ion $Cu^{\cdot\cdot}$ qui est retenu sous forme d'hydrate, ou peut-être sous forme d'un autre sel basique insoluble, car on retrouve l'ion SO_4 dans les eaux de drainage.

Il faut conclure qu'en général, ce ne sont pas les sels que la terre retient ; ceux-ci sont hydrolysés, la base est insolubilisée tandis que l'ion acide passe dans les eaux de drainage.

La cyanamide calcique subit dans la terre les transformations en urée, en carbonate d'ammonium, en nitrites et nitrates, ce qui n'est connu que depuis quelques années. — Je complète ces connaissances par les résultats suivants :

En filtrant une solution de cyanamide de calcium à travers la terre, la transformation en urée et en carbonate d'ammonium est beaucoup plus forte que dans le cas d'un simple enfouissement de la cyanamide solide dans la terre.

En outre, dans mes expériences, ces transformations ne sont pas le résultat du travail des micro-organismes, mais elles sont dues à la propriété que possède la terre de faciliter la fixation d'eau, ce qui produit des phénomènes d'hydrolyse. Ce qui le prouve, c'est que cette transformation a lieu immédiatement, aussi bien dans la terre arable que dans une terre *stérilisée;* l'oxydation est surtout favorisée dans les terres d'une structure spongieuse, comme par exemple la terre d'infusoires. De plus, certains facteurs chimiques peuvent aussi intervenir et la

réaction se passerait de la façon suivante :

$$CN_2Ca + 2\,H_2O + CO_2 = CaCO_3 + CO(NH_2)_2$$

ou bien

$$CN_2Ca + 3\,H_2O = Ca(OH)_2 + CO(NH_2)_2$$

L'urée obtenue subit à la suite le phénomène d'hydrolyse :

$$CO(NH_2)_2 + 2\,H_2O = (NH_4)_2CO_3$$

La nitrification de la cyanamide, de l'urée, du carbonate d'ammonium, a atteint son maximum dans la terre d'infusoires, dont le rôle catalyseur s'est manifesté d'une façon évidente. La production de nitrites a été environ vingt fois plus forte qu'avec les terres ordinaires.

Dans le cours de cette étude, j'ai remarqué que le réactif de Nessler ne donne pas le précipité rouge avec l'ion ammonium en présence de la cyanamide calcique.

La nitrification de la cyanamide dans le sol en l'absence de tout organisme mérite une attention toute spéciale. Les conditions dans lesquelles se fait cette transformation ne sont pas encore complètement élucidées. C'est une étude très intéressante que j'ai l'intention de poursuivre.

Bibliographie

T. de Saussure. Recherches chimiques sur la végétation, 1804.
Petit. *C. R.*, t. CXIV, p. 246, 1892.
L. de Kuczynski. Thèse présentée à la Faculté des Sciences, Genève, 1913.
Déléano, N. Thèse présentée à la Faculté des Sciences, Genève 1907.
Mlle Stefanowska. *C. R. de l'Académie des Sciences* II, 1904.
Rabinowitch. Thèse présentée à la Faculté des Sciences, Genève 1914.
G. Bertrand. « Sur l'emploi favorable du manganèse ». *C. R.* t. CIXL, p. 1255, 1905.
Leclerc. *C. R.* t. CXXV, p. 1209, 1872.
G. Bertrand. *Ann. Inst. Pasteur,* 1912; *Rev. Scient.* 1912.
Perotti. *Ann. Botanica,* p. 213, 1906.
D'Ilppolito. *Agricolt. moderna,* septembre 1914.
Skinner et Sullivan. *Bull. d'Institut Internat. d'Agriculture,* juillet 1914.
Bertrand et Sazerac. *Bull. Soc. Chim.*, juillet 1914.

André. Chimie agricole (Encyclopédie agricole de C. Wery).

P. Nottin. Etude agrologique du manganèse. *C. R.* t. CLV, p. 1267, 1912.

Perotti. Staz. sperim. Agrar. Ital., t. XXXVII, p. 787, 1904.

S. F. Aschby. *Journal of agricultural Science*, p. 358, t. I, 1905.

Muntz et Nottin. Sur la valeur de la cyanamide de calcium, comme engrais azoté. *Moniteur scientifique*, p. 541, 1907.

— Sur la nitrification de la cyanamide, *Ann. de l'Institut national agronomique*, 2e série, t. VI, fasc. 1.

Brioux. Contribution à l'étude de la cyanamide calc. *Ann. Sc. Agr. française et étrangère.* Avril 1910.

Monnier, A. Les matières minérales et la loi d'accroissement des végétaux. Thèse Inst. Bot. Genève 1905.

Chodat. R. et Monnier, A. Migration des matières minérales chez les végétaux, etc. *Arch. Sc. phys. nat.*, 20, II, 1908.

Chodat, R. et Monnier, A. Recherches sur l'augmentation en poids des plantes. *Arch.* IV, p. 101-102, 1912.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

PENDANT L'ANNÉE 1916

RÉSUMÉ ANNUEL

PAR

Raoul GAUTIER
Directeur de l'Observatoire de Genève

ET

Ernest ROD

I. *Introduction*

Comme à Genève et au Grand Saint-Bernard, l'année 1916 a été une année médiocre. Si la température moyenne annuelle est presque normale, cela provient de ce que l'hiver a été trop chaud, car l'été a été passablement trop froid, ainsi que les quatres années précédentes. Dans l'ensemble, l'année a été pire que 1915, car le mois de juin a été très froid et juillet et septembre aussi. Pour la pluie, l'année est plus humide que 1915, mais cependant moins que 1914 et 1910. Il y a d'ailleurs moins de différence, à ce point de vue, entre l'année météorologique et l'année civile.

Il n'y a rien eu de changé, en 1916, aux stations des fortifications de Saint-Maurice. Elles sont toujours au nombre de quatre : *Lavey-village, Savatan, Dailly* et *l'Aiguille,* les deux du milieu étant seules des stations complètes. Nous renvoyons donc à ce que nous en disions dans les résumés antérieurs et, en ce qui concerne les corrections des instruments, à celui de l'année 1912.

Nous rappelons seulement que, cette année, comme depuis 1903, nous corrigeons toutes les pressions de Dailly de $+ 1^{mm},2$ afin de les ramener à ce qu'elles auraient été si le baromètre de la station était resté au bureau de tir, là où il se trouvait depuis l'origine des observations, en décembre 1897, jusqu'en mai 1903.

Nous avons aussi à signaler que, à la suite de travaux exécutés dans l'enceinte du fort de Savatan, la cage de la station météorologique contenant les thermomètres et l'hygromètre a dû être déplacée. Elle a été transportée à environ cent mètres plus au sud-ouest dans un emplacement plus favorable, une clairière au milieu d'un bois, à une altitude de dix mètres supérieure à celle de l'ancienne station thermométrique. Par la même occasion, le pluviomètre de Savatan, qui était installé sur la place d'exercice, a été placé près de la cage des thermomètres.

Ce changement a été opéré au commencement du mois de juin. C'est pourquoi nous avons mis deux cotes d'altitude aux tableaux I, XI et XV. Les thermomètres et l'hygromètre fonctionnaient à une hauteur de 679^{m} ; ils sont maintenant à 689^{m}. Le pluviomètre est monté de 671^{m} à 689^{m}. Les conditions météorologiques du nouvel emplacement ne semblent pas d'ailleurs différer de celles de l'ancien.

A peu près à la même époque, au mois de mai, nous avons fourni les deux stations de Savatan et de Dailly, chacune d'un nouveau *thermographe enregistreur de Richard*, appartenant à l'Observatoire de Genève. Ce sont des instruments analogues à celui qui fonctionne, à notre entière satisfaction, au Grand Saint-Bernard depuis 1901.

Le service des observations continue à être confié aux sous-officiers des forts. Nous leur adressons ici nos remerciements pour la manière dont ils s'acquittent de leur tâche. Nous sommes heureux aussi de profiter de cette occasion pour exprimer notre reconnaissance à M. le colonel Grosselin, chef du bureau des fortifications, ainsi qu'à Messieurs les officiers placés sous ses ordres, pour la manière dont le service météorologique a marché en 1916.

La forme de la publication des *observations mensuelles* est restée la même que de 1903 à 1915. Elles sont groupées par

saisons. La forme du *résumé annuel* a aussi été maintenue, et nous avons partout calculé les résultats et les moyennes pour l'*année civile,* comme pour l'*année météorologique,* quoique le détails des observations de décembre 1916 ne soit pas donné ici.

Les tableaux de ce résumé annuel sont les mêmes que ceux du précédent. Ils portent sur les cinq éléments météorologiques observés aux forts de Saint-Maurice : la *température*, la *pression atmosphérique,* l'*humidité de l'air,* la *nébulosité*, puis la *pluie* et la *neige*. Il s'y ajoute, comme pour les quatorze dernières années, quelques petits tableaux supplémentaires relatifs au *brouillard,* à la *persistance de la neige sur le sol,* aux *jours d'orage* et aux cas de *fœhn.*

Enfin, nous y avons joint, depuis 1908, un dernier tableau (XX) comprenant les *écarts* des principaux éléments météorologiques par rapport aux moyennes de dix ans (1898-1907), que nous avons publiées précédemment [1].

Les documents sur lesquels sont basés ces vingt tableaux se trouvent, pour la plupart, dans les tableaux mensuels publiés en premier lieu, et il suffira de les accompagner de quelques brèves explications.

II. *Température*

Les *tableaux I* et *II* fournissent, pour les deux stations de Savatan et de Dailly : 1° les valeurs moyennes des températures des différentes périodes (mois, saisons, année) pour les trois époques diurnes d'observation ; 2° les températures moyennes des mêmes périodes, calculées, comme dans les publications de l'Institut météorologique central suisse [2], sur deux formules différentes : *a)* en prenant la moyenne arithmétique des trois températures moyennes diurnes ; *b)* en attribuant un poids double à l'observation de 9 heures du soir ; ce sont ces dernières moyennes que nous avons employées plus loin ; 3° les

[1]) *Archives*, t. XXVIII, p. 274, septembre 1909.
[2]) *Annalen der schweiz. meteorologischen Zentralanstalt.*

I. TEMPÉRATURE. SAVATAN (679m puis 689m), 1916.

Période	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Températ. moyenne 7+1+9 / 3	Températ. moyenne 7+1+2x9 / 4	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1915	4.05	6.12	4.83	5.00	4.96	1.6	6.8
Janv. 1916	1.77	4.35	2.72	2.95	2.89	- 0.8	5.0
Février	1.88	4.80	2.62	3.10	2.98	.....	.....
Mars	3.76	7.52	4.79	5.36	5.22	.....	.....
Avril	5.62	11.30	7.60	8.17	8.03	4.0	12.6
Mai	10.35	15.01	12.61	12.66	12.65	8.9	17.5
Juin	9.70	15.51	12.01	12.41	12.31	8.2	17.4
Juillet	12.90	18.95	15.22	15.69	15.57	11.5	20.9
Août	12.66	19.60	15.56	15.94	15.85	11.5	20.8
Septembre	8.95	14.19	11.03	11.39	11.30	7.7	15.8
Octobre	6.67	11.76	7.84	8.76	8.53	5.2	12.5
Novembre	2.88	5.78	4.47	4.38	4.40	1.2	7.4
Décembre	0.28	2.49	0.87	1.21	1.13	- 1.3	3.6
Hiver	2.58	5.10	3.41	3.69	3.62	.....	....
Printemps	6.59	11.28	8.34	8.73	8.63	.....	.....
Eté	11.77	18.04	14.29	14.70	14.60	10.4	19.7
Automne	6.17	10.59	7.78	8.18	8.08	4.7	11.9
Année météorol.	6.79	11.27	8.47	8.84	8.75	.....	.....
Année civile	6.47	10.96	8.13	8.52	8.42	....	.....

II. TEMPÉRATURE. DAILLY (1253m), 1916.

Période	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Températ. moyenne 7+1+9 / 3	Températ. moyenne 7+1+2x9 / 4	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1915	2.91	4.87	4.03	3.94	3.96	0.1	6.8
Janv. 1916	0.96	3.85	1.14	1.98	1.77	- 1.7	5.9
Février	- 1.63	0.38	- 1.19	- 0.81	- 0.91	- 4.0	2.4
Mars	0.08	3.30	0.98	1.45	1.33	- 1.5	4.5
Avril	3.27	7.03	4.57	4.96	4.86	1.3	8.6
Mai	7.83	12.17	9.20	9.73	9.60	6.1	13.4
Juin	7.96	11.56	9.19	9.57	9.47	6.2	13.0
Juillet	11.48	14.90	12.64	13.00	12.92	9.7	16.5
Août	11.58	15.87	13.48	13.64	13.60	10.3	17.1
Septembre	7.64	11.24	8.67	9.18	9.05	6.0	12.7
Octobre	5.77	9.40	7.07	7.41	7.33	3.9	10.8
Novembre	1.24	3.88	1.73	2.28	2.14	- 0.7	5.4
Décembre	- 0.80	0.95	- 0.45	- 0.10	- 0.19	- 3.0	2.4
Hiver	0.80	3.09	1.38	1.76	1.66	- 1.8	5.1
Printemps	3.73	7.50	4.92	5.38	5.26	2.0	8.8
Eté	10.36	14.12	11.80	12.09	12.02	8.8	15.5
Automne	4.89	8.19	5.84	6.31	6.19	3.1	9.6
Année météorol.	4.96	8.24	6.00	6.40	6.30	3.0	9.8
Année civile	4.64	7.91	5.62	6.06	5.95	2.8	9.4

valeurs moyennes, pour les mêmes périodes, des températures minima et maxima [1].

Comme nous le faisions remarquer au début, l'année, météorologique et civile, est très voisine de la normale aux deux stations : la première un peu plus chaude, la seconde un peu plus froide, à cause de la différence de température des deux mois de décembre de 1915 et de 1916. Sur les 12 mois, il y en a 7 de trop chauds et 5 de trop froids, et les plus froids sont précisément ceux qui sont les plus importants pour le développement des végétaux, ceux d'été et d'automne. Ici, comme à Genève, l'année a été médiocre.

Le mois le plus froid a été janvier à Savatan et février à Dailly. Le mois le plus chaud a été août aux deux stations. L'*amplitude annuelle* est très faible : 13° à Savatan, au lieu de 17°,7, différence de juillet-janvier. A Dailly, elle est de 14°,5, ce qui approche plus de la moyenne (14°,94). Au point de vue relatif, les mois les plus chauds sont décembre 1915 et janvier 1916 ; les plus froids sont juin et septembre (tableau XX).

En comparant les températures des deux stations dans le courant de l'année, on trouve, comme toujours, une *décroissance variable avec l'altitude* suivant les saisons et les mois. Elle est donnée dans le petit tableau suivant. La différence de hauteur des thermomètres est de 574 puis de 564 mètres.

Saison.	Décroissance de la température. absolue.	pour 100 m.
	°	°
Hiver	1.96	0.34
Printemps	3.37	0.59
Été	2.58	0.46
Automne	1.89	0.34

Cette année, comme la précédente, c'est en automne que la décroissance est la moins forte, et non pas en hiver. Elle est minimum en janvier : 1°,00, soit 0°,17 pour 100 mètres. Elle est

[1]) Nous avons supprimé dans ce résumé, comme dans celui de 1916 pour Genève et le Grand Saint-Bernard, le signe + aux températures positives, mais laissé le signe — pour les températures négatives. Il en résulte que le signe + ne figure que devant les *écarts positifs* aux tableaux VII, VIII et XX.

maximum en février et en mars : 3°,89 soit 0,68 pour 100 mètres. Cette date précoce est plutôt une anomalie.

Les cas d'*inversion de la température* entre les deux stations sont donnés dans le petit tableau suivant. Ils sont relevés sur les tableaux des températures diurnes des différents mois :

Décembre	1915	10	jours	Août	1916	1	jour
Janvier	1916	10	»	Septembre	»	1	»
Février	»	1	»	Octobre	»	9	»
Mars	»	1	»	Novembre	»	6	»
Avril	»	1	»	Décembre	»	6	»
Année météorol.		40	jours	Année civile		36	jours

Les cas d'inversion de la température se sont présentés en toute saison, même en août, avec un maximum en décembre 1915 et en janvier 1916, puis en octobre. Le total annuel est plus élevé que les deux années précédentes.

Les *tableaux III* et *IV* fournissent, pour les deux stations, le classement des jours de chaque mois et de l'année d'après leurs températures moyennes, ces température étant groupées entre des limites variant de 5 en 5 degrés, de — 5° à + 25° pour Savatan et de — 10° à + 20° pour Dailly. Ils indiquent en même temps, pour les différents mois et pour l'année, les jours les plus froids et les plus chauds. Il n'y a eu aucun jour vraiment froid, surtout à Savatan, et il n'y a eu que deux jours avec une température dépassant 20°, aussi à Savatan. Cela concorde avec les remarques faites précédemment sur la faible amplitude annuelle.

Les *tableaux V* et *VI* donnent les *températures extrêmes* observées à Savatan et à Dailly, ainsi que les indications sur les nombres de jours où le minimum ou le maximum sont restés au-dessous de zéro, ce qui fournit les totaux de *jours de gel* et de *jours de non-dégel*. Toutes ces indications ne peuvent être prises sur les tableaux mensuels publiés précédemment, mais elles ont été relevées sur les feuilles des observations originales et sur les feuilles de réduction conservées à l'observatoire de Genève. D'après ces tableaux, l'*amplitude extrême* de la température atteint les valeurs suivantes : 33°,4 pour Savatan et 32,9 pour Dailly ; c'est encore moins que durant les années antérieures.

III. Classement des Températures diurnes. SAVATAN, 1916.

Période	Nombre de jours dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-10° et -5°	-5° et 0°	0° et +5°	+5° et +10°	+10° et +15°	+15° et +20°	+20° et +25°	+25° et +30°		
Déc. 1915	—	6	9	12	4	—	—	—	-2.0° le 14	12.2° le 6
Janv. 1916	—	6	18	7	—	—	—	—	-2.3 les 14 et 15	9.5 le 2
Février..	—	6	15	8	—	—	—	—	-1.8 le 23	9.4 le 4
Mars....	—	3	13	11	4	—	—	—	-1.3 le 8	11.5 le 19
Avril....	—	1	6	10	13	—	—	—	-0.5 le 16	14.7 le 27
Mai.....	—	—	1	7	13	10	—	—	5.0 le 8	19.3 le 4
Juin.....	—	—	1	6	18	5	—	—	4.4 le 4	19.0 le 23
Juillet...	—	—	—	—	10	21	—	—	10.3 le 5	18.8 le 31
Août....	—	—	—	1	11	17	2	—	9.3 le 31	21.4 les 2 et 3
Sept.....	—	—	—	8	20	2	—	—	6.9 le 20	16.2 le 27
Octobre..	—	—	5	13	12	1	—	—	1.2 le 21	15.1 le 12
Nov.....	—	5	13	8	4	—	—	—	-1.4 le 29	14.5 le 4
Déc.....	—	11	18	2	—	—	—	—	-2.7 le 6	6.1 le 26
An. mét.	—	27	81	91	109	56	2	—	-2.3 les 14 et 15 jan.	21.4 le 2 et 3 août
An. civ..	—	32	90	81	105	56	2	—	-2.7 le 6 décembre	id.

IV. Classement des Températures diurnes. DAILLY, 1916.

Période	Nombre de jours dont la température est comprise entre							Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-15° et -10°	-10° et -5°	-5° et 0°	0° et +5°	+5° et +10°	+10° et +15°	+15° et +20°		
Déc. 1915	—	1	3	13	14	—	—	-6.0° le 13	9.8° le 10
Janv. 1916	—	—	8	16	7	—	—	-4.5 le 31	8.2 le 2
Février..	—	3	15	11	—	—	—	-6.7 le 23	4.8 le 4
Mars....	—	1	12	11	7	—	—	-5.2 le 7	9.0 le 19
Avril....	—	—	6	7	14	3	—	-3.8 le 16	10.5 le 27
Mai.....	—	—	—	3	15	12	1	2.1 le 8	15.6 le 22
Juin.....	—	—	—	2	15	12	1	1.4 le 4	17.4 le 23
Juillet...	—	—	—	—	4	21	6	7.7 le 15	16.9 le 31
Août....	—	—	—	—	5	16	10	5.8 le 31	19.1 le 2
Sept.. ..	—	—	—	2	14	14	—	2.9 le 20	14.9 le 3
Octobre..	—	—	2	9	7	13	—	-2.4 le 21	14.0 le 10
Nov.....	—	—	10	13	7	—	—	-4.0 le 16	9.3 le 2
Déc.....	—	2	14	14	1	—	—	-5.2 le 5	5.4 le 26
An. mét.	—	5	56	87	109	91	18	-6.7 le 23 février	19.1 le 2 août
An. civ..	—	6	67	88	96	91	18	id.	id.

V. Températures extrêmes. SAVATAN, 1916.

Période	Minimum absolu	Date	Maximum absolu	Date	Nombre de jours Minimum au-dessous de 0°	Nombre de jours Maximum au-dessous de 0°
	°		°			
Déc. 1915....	-5.6	le 15	15.2	le 6	10	1
Janvier 1916..	-6.4	le 15	11.2	le 7	17	1
Février.....	(-6.0)	le 24	12.8	le 5	13	—
Mars.....	(-5.0)	le 8	(16.0)	le 16	6	—
Avril.....	-2.2	le 17	20.8	le 27	3	—
Mai.....	2.6	les 8 et 9	24.2	les 19 et 22	—	—
Juin.....	3.6	les 4 et 13	25.2	le 23	—	—
Juillet.....	7.0	le 16	25.2	le 31	—	—
Août.....	7.2	le 31	27.0	le 2	—	—
Septembre...	3.4	le 20	20.2	le 3	—	—
Octobre.....	-1.2	le 22	19.3	le 6	3	—
Novembre....	-5.2	le 17	16.8	le 4	11	—
Décembre....	-5.2	le 9	8.6	les 26 et 27	22	1
Année mét...	-6.4	le 15 janv.	27.0	le 2 août	63	2
Année civile..	id.		id.		75	2

VI. Températures extrêmes. DAILLY, 1916.

Période	Minimum absolu	Date	Maximum absolu	Date	Nombre de jours Minimum au-dessous de 0°	Nombre de jours Maximum au-dessous de 0°
	°		°			
Déc. 1915....	- 9.5	le 14	12.7	le 10	14	3
Janvier 1916..	- 7.6	le 10	12.1	le 7	16	4
Février.....	- 7.8	le 24	10.0	le 5	27	9
Mars.....	- 7.9	le 8	14.6	le 19	17	6
Avril.....	- 5.5	le 17	16.1	le 8	12	2
Mai.....	- 0.4	le 9	20.1	le 22	1	—
Juin.....	- 0.1	le 4	21.8	le 23	1	—
Juillet.....	5.5	le 6	20.8	le 31	—	—
Août.....	3.9	le 31	23.4	le 2	—	—
Septembre...	0.9	le 20	18.7	le 3	—	—
Octobre.....	- 4.4	le 21	19.2	le 7	6	1
Novembre....	- 6.8	le 17	14.8	les 2 et 4	16	3
Décembre....	- 7.2	le 20	8.7	le 22	24	12
Année mét...	- 9.5	le 14 déc. 15	23.4	le 2 août	110	28
Année civile..	- 7.9	le 8 mars 16	id.		120	37

Dans le tableau V, les minima absolus de février et de mars et le maximum de mars sont mis entre parenthèses. C'est qu'ils ont été interpolés d'après les observations faites aux trois époques de la journée, les thermomètres à minimum et à maximum

de la station de Savatan ayant été brisés par le vent violent du 15 février et n'ayant été remplacés que pour le mois d'avril. Etant donné le peu d'intérêt de la température durant cette fin d'hiver, l'accident n'aurait pas pu survenir à un moins mauvais moment.

III. *Pression atmosphérique*

Les *tableaux VII* et *VIII* donnent, pour Savatan et pour Dailly, les valeurs moyennes de la pression atmosphérique pour les mois, les saisons et l'année météorologique et civile. Ces valeurs moyennes sont les moyennes arithmétiques des pressions moyennes des mêmes périodes prises aux trois époques des observations diurnes. Les colonnes suivantes des tableaux fournissent les différences entre ces moyennes des trois observations diurnes et la moyenne générale de la période.

On ne peut naturellement pas, au moyen de ces trois données, déduire la courbe de la *variation diurne* de la pression atmosphérique, mais on peut cependant constater une différence assez sensible dans l'allure des oscillations diurnes des deux baromètres placés à des altitudes différant de $564^{m},75$.

Si l'on suit la *variation annuelle* de la pression atmosphérique par les valeurs des pressions moyennes des mois, on constate cette année plusieurs oscillations barométriques. Après une pression plutôt faible en décembre 1915, le maximum principal est en janvier, puis il y a une diminution graduelle de la pression jusqu'au minimum principal en mars. La pression augmente ensuite, tout en restant aux environs de la moyenne, avec un premier maximum relatif en juillet, un minimum secondaire en septembre et un second maximum secondaire en octobre, plus élevé que celui de juillet à Savatan, un peu moins à Dailly. Enfin le mois de décembre 1916 accuse une nouvelle pression moyenne basse mais moins basse que celle de mars.

Pour l'année entière, la pression est un peu inférieure à la moyenne de dix ans (tableau XX). Il y a sensiblement plus d'écarts négatifs que d'écarts positifs, mais ces derniers sont forts, surtout ceux de janvier et d'octobre.

VII. Pression atmosphérique. SAVATAN (671m), 1916.

Période	Pression moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.
	mm	mm	mm	mm
Décembre 1915	702.14	+ 0.03	- 0.20	+ 0.17
Janvier 1916	711.82	+ 0 03	- 0.18	+ 0.15
Février	701.45	+ 0.22	- 0.17	- 0.05
Mars	695.71	- 0.13	- 0.37	+ 0.50
Avril	701.61	+ 0.32	- 0.11	- 0.21
Mai	703.97	+ 0.07	- 0.07	0.00
Juin	704.01	+ 0.13	- 0.35	+ 0.22
Juillet	705.21	- 0.03	- 0.13	+ 0.16
Août	705.04	+ 0.23	- 0.20	- 0.03
Septembre	704.10	0.00	- 0.15	+ 0.15
Octobre	706.13	+ 0.12	- 0.20	+ 0.08
Novembre	701.93	+ 0.05	- 0.24	+ 0.19
Décembre	697.89	+ 0.18	- 0.46	+ 0.28
Hiver	705.22	+ 0.09	- 0.18	+ 0.09
Printemps	700.42	+ 0.08	- 0.18	+ 0.10
Eté	704.76	+ 0.11	- 0.23	+ 0.12
Automne	704.08	+ 0.06	- 0.20	+ 0.14
Année météorologique	703.61	+ 0.09	- 0.20	+ 0.11
Année civile	703.25	+ 0.10	- 0.22	+ 0.12

VIII. Pression atmosphérique. DAILLY (1236m), 1916.

Période	Pression moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.
	mm	mm	mm	mm
Décembre 1915	654.56	+ 0.01	- 0.11	+ 0.10
Janvier 1916	663.05	+ 0.01	- 0.14	+ 0.13
Février	653.20	+ 0.32	- 0.31	- 0.01
Mars	648.57	- 0.26	- 0.12	+ 0.38
Avril	654.64	0.00	- 0.05	+ 0.05
Mai	657.53	- 0.04	- 0.12	+ 0.16
Juin	657.93	0.00	- 0.10	+ 0.10
Juillet	659.99	- 0.02	- 0.01	+ 0.03
Août	659.61	- 0.01	- 0.05	+ 0.06
Septembre	657.98	- 0.01	- 0.03	+ 0.04
Octobre	659.76	+ 0.09	- 0.15	+ 0.06
Novembre	654.13	+ 0.04	- 0.05	+ 0.01
Décembre	649.62	+ 0.07	- 0.20	+ 0.13
Hiver	657.02	+ 0.11	- 0.19	+ 0.08
Printemps	653.57	- 0.10	- 0.10	+ 0.20
Eté	659.19	- 0.01	- 0.05	+ 0.06
Automne	657.32	+ 0.04	- 0.08	+ 0.04
Année météorologique	656.77	+ 0.01	- 0.11	+ 0.10
Année civile	656.35	+ 0.01	- 0.11	+ 0.10

Les *tableaux IX* et *X* reproduisent, pour les deux stations, les valeurs extrêmes de la pression atmosphérique relevées sur les tableaux conservés à l'observatoire de Genève. Le minimum absolu du 18 novembre dépasse, comme à Genève, tous les minima antérieurs. Quant au maximum, il ne présente rien d'excessif ; mais l'amplitude totale est néanmoins élevée, grâce au minimum du 18 novembre.

IX. Pressions extrêmes. SAVATAN, 1916.

Période	Minimum	Maximum	Amplitude
	mm	mm	mm
Décembre 1915	690.8 le 25	710.9 le 14	20.1
Janvier 1916	702.8 le 13	717.0 le 22	14.2
Février	690.1 le 29	712.8 le 13	22.7
Mars	682.8 le 3	712.1 le 31	29.3
Avril	692.5 le 22	708.7 le 1	16.2
Mai	692.0 le 5	712.0 le 19	20.0
Juin	697.1 le 19	710.6 le 11	13.5
Juillet	698.9 le 4	709.8 le 5	10.9
Août	696.5 le 30	711.6 le 2	15.1
Septembre	693.4 le 29	709.0 le 1	15.6
Octobre	693.1 le 25	713.8 le 12	20.7
Novembre	676.3 le 18	713.9 le 24	37.6
Décembre	683.2 le 13	713.4 le 29	30.2
Année météorologique.	676.3 le 18 nov.	717.0 le 22 janv.	40 7
Année civile	id.	id.	40.7

X. Pressions extrêmes. DAILLY, 1916.

Période	Minimum	Maximum	Amplitude
	mm	mm	mm
Décembre 1915	644.7 le 25	661.7 le 14	17.0
Janvier 1916	654.4 le 14	668.2 le 22	13.8
Février	641.6 le 26	663.0 le 13	21.4
Mars	637.2 le 3	661.8 le 30	24.6
Avril	645.3 le 22	660.1 le 25	14.8
Mai	648.2 le 5	666.0 le 19	17.8
Juin	652.4 le 19	662.8 le 21	10.4
Juillet	654.9 le 4	663.7 le 30	8.8
Août	653.2 le 29	665.9 le 2	12.7
Septembre	649.2 le 29	662.2 le 17	13.0
Octobre	649.9 le 25	667.5 le 12	17.6
Novembre	632.2 le 18	664.1 le 23	31.9
Décembre	637.5 le 12	665.3 le 29	27.8
Année météorologique.	632.2 le 18 nov.	668.2 le 22 janv.	36.0
Année civile	id.	id.	36.0

IV. *Humidité de l'air*

Les *tableaux XI* et *XII* fournissent, pour Savatan et pour Dailly, et pour les treize mois, les saisons et l'année : d'abord les valeurs moyennes de la fraction de saturation aux heures des trois observations diurnes, puis la valeur de la *fraction de saturation moyenne,* enfin les minima et les maxima absolus. Lorsque le maximum correspond à la *saturation* complète, le nombre des cas de saturation est indiqué. Une dernière colonne fournit, par symétrie avec les tableaux analogues des résumés pour Genève et le Grand St-Bernard, la *fréquence relative de la saturation.*

A Savatan, la fraction de saturation a une valeur assez semblable à celles de 1914 et de 1915. A Dailly l'hygromètre, enfin réparé, est rentré en fonctionnement normal vers le milieu de janvier et marche bien depuis lors, mais il n'a pas été possible de calculer des moyennes, ni pour l'hiver, ni pour l'année. D'une façon générale, le chiffre moyen semble un peu plus faible, cette année, qu'à Savatan.

Le mois le plus sec est février à Savatan, octobre et novembre à Dailly. Le plus humide est septembre à Savatan pour l'année météorologique et décembre 1916 pour l'année civile. A Dailly, ces deux mois présentent le même chiffre maximum que fournissent également juin et juillet.

Il n'y a pas eu de grande sécheresse de l'air. Quant aux cas de saturation, ils sont peu fréquents à Dailly, tandis qu'à Savatan il y en a plus qu'en 1915.

V. *Nébulosité*

Dans le *tableau XIII,* la *nébulosité,* aux trois stations où elle est observée, est indiquée de deux manières différentes : 1° par les nombres de jours *clairs, peu nuageux, très nuageux* et *couverts,* ces désignations correspondant aux valeurs moyennes de la nébulosité diurne comprises entre les limites : 0,0 et 2,5, 2,5 et 5,0, 5,0 et 7,5 7,5 et 10,0 ; 2° par la valeur moyenne de la

XI. Fraction de saturation en %. SAVATAN (679m puis 689m).

Période	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyen	Minim. absolu	Maxim. absolu	Fréquence relative de la saturation
Déc. 1915..	77	70	74	74	27	100 15 fois	0.161
Janv. 1916.	71	64	70	68	40	100 5 »	0.054
Février....	63	58	69	63	23	100 11 »	0.126
Mars.....	73	60	72	68	27	100 11 »	0.118
Avril	80	61	67	69	31	100 15 »	0.167
Mai.....	76	59	65	67	23	100 13 »	0.140
Juin	90	61	75	75	35	100 20 »	0.222
Juillet	91	60	74	75	41	100 16 »	0.172
Août	87	62	65	71	36	100 11 »	0.118
Septembre.	90	64	79	78	35	100 24 »	0.266
Octobre ...	83	60	84	76	35	100 21 »	0.226
Novembre .	75	61	66	67	23	100 13 »	0.144
Décembre .	83	72	86	80	28	100 30 »	0.323
Hiver.....	71	64	71	69	23	100 31 fois	0.114
Printemps.	76	60	68	68	23	100 39 »	0.141
Eté.....	89	61	71	74	35	100 47 »	0.170
Automne..	82	62	77	74	23	100 58 »	0.212
Année mét.	80	62	72	71	23	100 175 fois	0.159
Année civ.	80	62	73	72	23	100 190 »	0.173

XII. Fraction de saturation en %. DAILLY (1253m), 1916.

Période	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyen	Minim. absolu	Maxim. absolu	Fréquence relative de la saturation
Déc. 1915..	....	....	....	....	....	.....	.....
Janv. 1916.	....	....	....	....	....	.....	.....
Février....	69	69	69	69	29	100 17 fois	0.195
Mars.....	75	67	72	71	26	100 14 »	0.151
Avril	75	66	71	71	31	100 13 »	0.144
Mai	72	62	67	67	34	100 10 »	0.108
Juin	79	68	72	73	44	100 6 »	0.067
Juillet	78	69	72	73	44	100 3 »	0.032
Août	76	62	66	68	32	100 5 »	0.054
Septembre.	79	67	73	73	34	100 6 »	0.067
Octobre ...	69	62	67	66	34	100 11 »	0.118
Novembre .	72	62	65	66	21	100 12 »	0.133
Décembre .	74	69	75	73	34	100 21 »	0.226
Hiver.....	....	....	....	....	....	.....	.....
Printemps.	74	65	70	70	26	100 37 fois	0 134
Eté.....	78	66	70	71	32	100 14 »	0.051
Automne..	73	64	68	68	21	100 29 »	0.106
Année mét.	....	....	....	....	....	.....	.....
Année civ.	....	....	....	....	....	.....	.....

XIII. Nébulosité, 1916.

Période	Lavey					Savatan					Dailly				
	Jours clairs	Jours peu nuageux	Jours très nuageux	Jours couverts	Nébulosité moyenne	Jours clairs	Jours peu nuageux	Jours très nuageux	Jours couverts	Nébulosité moyenne	Jours clairs	Jours peu nuageux	Jours très nuageux	Jours couverts	Nébulosité moyenne
Déc. 1915 ..	3	3	8	17	7.1	2	4	8	17	7.3	4	3	9	15	6.9
Janv. 1916..	13	6	3	9	4.1	14	3	6	8	4.4	14	3	5	9	4.2
Février	4	3	8	14	7.0	3	3	7	16	7.2	2	6	6	15	7.2
Mars	0	12	4	15	6.9	1	6	9	15	7.2	1	5	7	18	7.3
Avril	9	7	3	11	5.3	7	6	6	11	5.3	8	3	7	12	5.8
Mai.....	9	6	3	13	5.2	9	3	11	8	5.3	7	5	5	14	5.9
Juin.....	3	9	7	11	6.1	5	4	11	10	6.0	4	8	11	7	5.4
Juillet	11	5	5	10	4.9	8	7	7	9	5.3	10	3	8	10	5.5
Août.....	12	7	5	7	4.0	14	5	5	7	4.1	12	8	5	6	4.3
Septembre..	10	6	4	10	5.1	8	7	6	9	5.1	12	4	3	11	4.8
Octobre	8	7	5	11	5.3	8	6	9	8	5.0	9	6	10	6	4.8
Novembre..	6	6	9	9	5.5	5	10	6	9	5.4	8	6	9	7	4.9
Décembre..	2	3	7	19	7.7	2	5	8	16	7.3	2	4	10	15	7.0
Hiver.....	20	12	19	40	6.0	19	10	21	41	6.3	20	12	20	39	6.1
Printemps .	18	25	10	39	5.8	17	15	26	34	5.9	16	13	19	44	6.3
Eté.....	26	21	17	28	5.0	27	16	23	26	5.1	26	19	24	23	5.0
Automne...	24	19	18	30	5.3	21	23	21	26	5.2	29	16	22	24	4.9
Année mét..	88	77	64	137	5.5	84	64	91	127	5.6	91	60	85	130	5.6
Année civ. .	87	77	63	139	5.6	84	65	91	126	5.6	89	61	86	130	5.6

nébulosité de chaque période, ces valeurs moyennes étant d'ailleurs déduites des valeurs de la nébulosité des différents jours, fournies par les tableaux mensuels.

La nébulosité est encore trop forte aux trois stations, comme en 1915, mais à un degré moindre. Seuls les mois de janvier, d'avril et d'octobre présentent, au tableau XX, des écarts négatifs pour les trois stations.

La saison la plus claire n'a pas été l'hiver, comme c'est généralement le cas ; c'est l'été à Lavey et à Savatan, l'automne à Dailly. Les mois les plus clairs ont été janvier et août, au point de vue absolu. Au point de vue relatif, c'est janvier à Lavey, avril et octobre à Savatan, octobre à Dailly. Les mois les plus nuageux ont été les deux mois de décembre aux deux stations inférieures et mars à Dailly.

Le *tableau XIV* donne la statistique des *jours de brouillard* aux quatre stations. Les nombres qui y figurent comprennent les jours où le brouillard a été noté pendant une partie de la journée ou pendant tout le jour. Ce dernier cas n'a d'ailleurs été observé, cette année, qu'une fois à Savatan, pour l'année météorologique.

Si l'on compare les quatre saisons entre elles, on trouve que le nombre de jours de brouillard est très faible à Lavey au fond

XIV. Nombre de jours de brouillard en 1916.

Période	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
Décembre 1915	0	3	2	0
Janvier 1916	1	1	1	0
Février	0	5	6	9
Mars	0	3	6	8
Avril	0	4	3	2
Mai	0	2	1	1
Juin	0	3	4	0
Juillet	0	0	1	1
Août	0	0	1	1
Septembre	0	3	0	0
Octobre	0	1	2	2
Novembre	1	2	2	2
Décembre	3	7	1	1
Année météorologique	2	27	29	26
Année civile	5	31	28	27

de la vallée, puis augmente dès Savatan. Il y a de nouveau peu de cas de brouillard, comme en 1915, 1914 et 1913, et il y a à peu près égalité entre les trois stations supérieures.

VI. *Pluie et neige*

Le *tableau XV* contient le relevé de tout ce qui concerne les précipitations atmosphériques dans leur ensemble, hauteur d'eau tombée et nombre de jours de précipitations, d'après les chiffres des tableaux mensuels.

1913 avait été à peu près normale, comme hauteur de pluie, d'après la moyenne de dix ans. Elle suivait une année pluvieuse, 1912, qui suivait elle-même une année plutôt sèche, 1911 ; 1914 a été de nouveau très pluvieuse, quoique moins que 1910 qui détient, à St-Maurice comme à Genève, le record de l'hu-

XV. Précipitations atmosphériques dans l'année 1916.

Période	Hauteur d'eau tombée en mm.				Nombre de jours de précipitations			
	Lavey mm	Savatan mm	Dailly mm	Aiguille mm	Lavey (430m)	Savatan (671m) [1]	Dailly (1250m)	Aiguille (1446m)
Déc. 1915 ...	93.1	109.9	113.9	111.4	16	17	17	17
Janv. 1916 ..	41.5	45.3	59.1	59.4	8	9	11	11
Février	114.6	116.0	138.0	136.5	13	15	16	16
Mars	71.4	94.3	128.0	121.5	12	13	17	17
Avril	112.8	95.4	128.0	125.3	13	9	14	14
Mai.....	93.2	95.7	119.7	119.0	11	12	14	14
Juin	138.2	143 7	159.7	154.5	17	17	18	18
Juillet	88.1	94.7	107.4	106.4	16	16	18	18
Août.....	117.6	115.9	126.2	125.4	12	13	14	14
Septembre...	59.8	58.1	60.5	60.0	10	13	11	10
Octobre	87.2	97.5	92.5	92.3	13	14	13	13
Novembre...	93.6	91.4	96.8	96.8	13	14	17	17
Décembre ...	138.8	159.1	144.0	145.1	16	20	18	18
Hiver.....	249.2	271.2	311.0	307.3	37	41	44	44
Printemps ..	277.4	285.4	375.7	365.8	36	34	45	45
Eté..... ...	343 9	354.3	393.3	386.3	45	46	50	50
Automne....	240.6	247.0	249.8	249.1	36	41	41	40
Année mét..	1111.1	1157.9	1329.8	1308.5	154	162	180	179
Année civile.	1156.8	1207.1	1359.9	1343.2	154	165	181	180

[1] 689mm depuis le mois de juin.

midité. 1915 a été plus pluvieuse que 1913, mais moins que 1912 et 1914. Enfin 1916 est presque aussi pluvieuse que 1914 et dépasse 1912.

Comme cela doit être le cas à la montagne, la hauteur de pluie croît avec la hauteur, avec minimum à Lavey ; mais le maximum est à Dailly quoiqu'il n'y ait qu'une différence insensible entre cette station et celle de l'Aiguille.

Les mois les plus secs, au double point de vue absolu et relatif, sont ceux de janvier et de septembre. Les plus humides sont ceux de juin et de décembre 1916, aussi bien absolument que relativement.

Le *nombre de jours de pluie* est élevé cette année, mais pourtant un peu moins qu'en 1915. On trouve d'ailleurs pour lui, et sauf de petites oscillations entre les stations inférieures et les stations supérieures, une augmentation à mesure que l'on monte. Mais si l'on néglige, pour les quatre stations de St-Maurice, comme pour Genève et le Grand St-Bernard, les jours où il est tombé moins d'un millimètre d'eau, on trouve pour les jours de pluie bien caractérisée, les chiffres suivants qui ne dénotent qu'une insensible augmentation de fréquence avec l'altitude, à l'exception des chiffres du Grand St-Bernard, et qui sont assez semblables à ceux de 1912 à 1915.

Station Altitude	Genève (406m)	Lavey (430m)	Savatan (689m)	Dailly (1250m)	Aiguille (1446m)	St-Bernard (2476m)
Année météorol.	135	132	142	138	138	178
Année civile	137	134	142	139	139	185

Le *tableau XVI* donne les totaux des hauteurs de neige mesurées aux quatre stations, ainsi que les nombres de jours de neige. Comme il est naturel ici, la quantité de neige croît régulièrement avec la hauteur ; il y en a eu un peu plus, pour toutes les stations, qu'en 1914-1915. En 1916 la neige a fait sa dernière apparition en avril à Lavey et à Savatan, et en juin aux deux stations supérieures. Elle a reparu en octobre aux trois stations supérieures et seulement en décembre à Lavey.

Enfin, si l'on fait le relevé du temps pendant lequel la neige a séjourné sur le sol, on trouve les chiffres contenus dans le *tableau XVII*. L'hiver 1915-1916 n'a pas été assez froid pour

XVI. Neige dans l'année 1916.

Période	Hauteur de neige en centimètres				Nombre de jours de neige			
	Lavey cm.	Savatan cm.	Dailly cm.	Aiguille cm.	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
Décembre 1915	10	13	24	26	2	2	4	4
Janvier 1916	6	22	57	59	1	3	5	5
Février	48	68	96	116	4	5	13	15
Mars	8	23	75	91	2	4	11	11
Avril	5	17	85	96	1	1	10	10
Mai	—	—	—	—	—	—	—	—
Juin	—	—	4	5	—	—	1	1
....	....	....	....	....	....	....	....	....
Octobre	—	1	3	5	—	1	2	2
Novembre	—	2	37	44	—	1	8	9
Décembre	18	66	85	92	5	9	11	11
Hiver	64	103	177	201	7	10	22	24
Printemps	13	40	160	187	3	5	21	21
Eté	—	—	4	5	—	—	1	1
Automne	—	3	40	49	—	2	10	11
Année mét.	77	146	381	442	10	17	54	57
Année civile	85	199	442	508	13	24	61	64

XVII. Nombre de jours où la neige a persisté sur le sol en 1916.

Période	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
Décembre 1915	2	3	15	16
Janvier 1916	2	5	15	17
Février	5	7	22	22
Mars	—	4	23	25
Avril	—	2	11	15
Mai	—	—	—	—
Juin	—	—	1	1
.....	.....	.....	.....	.....
Octobre	—	—	2	4
Novembre	—	—	13	15
Décembre	5	9	29	30
Année météorologique	9	21	102	115
Année civile	12	27	116	129

que la neige ait persisté un mois de suite sur le sol, même aux deux stations supérieures. Aux stations inférieures la durée a été très courte.

Le nombre des *jours d'orage* observés aux forts est donné

par le petit *tableau XVIII* ; il comprend ceux qui ont été notés à l'une ou l'autre des quatre stations. Il y en a de nouveau peu, l'été n'ayant pas été chaud ; il y en a même eu sensiblement moins qu'en 1915.

XVIII. Jours d'orage en 1916.

Décembre 1915	1
Janvier 1916	—
Février	—
Mars	—
Avril	—
Mai	2
Juin	1
Juillet	3
Août	2
Année météorologique	9
Année civile	8

Les observations du *fœhn* ont continué en 1916 aux quatre stations. Les indications des observateurs correspondent à des coups de vent violents venant du sud est accompagnés d'une hausse de la température et d'une diminution de la valeur de la fraction de saturation. Nous les avons classés par mois et par stations, et les chiffres sont donnés au *tableau XIX*. Les

XIX. Nombre de jours de fœhn en 1916.

Période	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
Décembre 1915	1	1	1	1
Janvier 1916	—	—	—	—
Février	2	2	1	1
Mars	1	1	—	—
Avril	—	—	—	—
Mai	3	3	3	3
Juin	—	—	—	—
Juillet	—	—	—	—
Août	—	—	—	—
Septembre	1	1	—	—
Octobre	—	—	—	—
Novembre	5	5	3	3
Décembre	1	1	1	1
Année météorologique	13	13	8	8
» civile	13	13	8	8

XX. Ecarts de 1916 par rapport aux moyennes de 10 ans (1898-1907).

Période	Température		Pression atmosphérique		Nébulosité			Précipitations							
								Hauteur d'eau tombée				Nombre de jours			
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
	°	°	mm	mm				mm	mm	mm	mm				
Décembre 1915..	+ 4.73	+ 4.45	- 1.94	- 2.07	+ 2.0	+ 2.3	+ 2.4	+ 34.4	+ 51.5	+ 50.1	+ 56.4	+ 6	+ 8	+ 6	+ 6
Janvier 1916....	+ 2.86	+ 2.21	+ 4 89	+ 3.86	- 0 9	- 0.2	- 0.1	- 19.8	- 14.3	- 5.6	+ 4.1	- 1	- 1	- 1	- 1
Février	+ 2.37	+ 0.42	- 0.72	- 1.44	+ 1 8	+ 2.2	+ 2.2	+ 48.8	+ 50.0	+ 71 5	+ 85.7	+ 3	+ 4	+ 4	+ 4
Mars	+ 1.58	+ 0.67	- 6.12	- 6.26	+ 1.5	+ 2.0	+ 2.2	- 3.4	+ 24.4	+ 49.8	+ 57.8	0	+ 1	+ 3	+ 4
Avril	+ 0.26	+ 0.61	- 0.02	- 0.65	- 0 8	- 0.4	- 0.1	+ 17.5	+ 1.3	+ 16 5	+ 40 9	- 2	- 6	- 3	- 3
Mai	+ 1.12	+ 1.57	+ 1.30	+ 0.66	- 0.2	0.0	+ 0.4	+ 18.8	+ 19.9	+ 31.7	+ 46 8	- 4	- 2	- 2	- 1
Juin	- 3.09	- 2.36	+ 0.17	- 0.99	+ 1.0	+ 0.9	+ 0.4	+ 54.0	+ 58.5	+ 62 0	+ 66 9	+ 4	+ 4	+ 3	+ 3
Juillet	- 2.35	- 1 53	- 0.25	- 0.42	+ 0.6	+ 1.2	+ 1.4	- 5.8	- 1.6	- 1.3	+ 7 8	+ 3	+ 3	+ 3	+ 4
Août	- 1.60	- 0.75	- 0.77	- 1.08	- 0.1	+ 0 4	+ 0.6	+ 5.2	+ 1.4	+ 1 4	+ 10 5	- 1	+ 1	+ 1	+ 1
Septembre.....	- 3.05	- 2 38	- 1.39	- 1.94	+ 0.3	+ 0.7	+ 0.2	- 8.4	- 12.2	- 24 4	- 18.9	- 1	+ 2	- 1	- 2
Octobre ,.....	- 0.85	+ 0.26	+ 2.33	+ 2.23	- 0.2	- 0.4	- 0.4	+ 6.5	+ 14.3	+ 1.0	+ 14.4	+ 1	+ 1	- 2	- 2
Novembre.....	+ 0.11	- 0.66	- 1.71	- 2.61	0.0	0 0	+ 0.1	+ 41.5	+ 39.0	+ 41.3	+ 56.4	+ 2	+ 4	+ 6	+ 7
Décembre.....	+ 0.90	+ 0 30	- 6.19	- 7.01	+ 2.6	+ 2.3	+ 2.5	+ 80.1	+ 100.7	+ 80.2	+ 91.1	+ 6	+11	+ 7	+ 7
Hiver...	+ 3.34	+ 2 40	+ 0.76	+ 0.13	—	—	—	+ 63.4	+ 87.2	+ 116.0	+ 146.2	+ 8	+11	+ 9	+ 9
Printemps... .	+ 0.98	+ 0 95	- 1 63	- 2 09	—	—	—	+ 32.9	+ 45.6	+ 101.0	+ 145.5	- 6	- 7	- 2	0
Eté.....	- 2 34	- 1.54	- 0.30	- 0.83	—	—	—	+ 53.4	+ 58.3	+ 62.1	+ 85.2	+ 6	+ 8	+ 7	+ 8
Automne	- 1.26	- 0 91	- 0.23	- 0.72	—	—	—	+ 39 6	+ 41.1	+ 17.9	+ 51.9	+ 2	+ 7	+ 3	+ 3
Année météorol.	+ 0.15	+ 0.21	- 0.36	- 0.88	+ 0.4	+ 0.7	+ 0.8	+ 189 3	+ 232 2	+ 297.0	+ 428.8	+10	+19	+17	+20
Année civile....	- 0.18	- 0.15	- 0.68	- 1.28	+ 0.5	+ 0 7	+ 0.8	+ 228.3	+ 274.2	+ 316.4	+ 454.5	+ 9	+21	+17	+21

nombres de ce tableau sont un peu supérieurs à ceux des deux années précédentes. Les cas de fœhn les plus nombreux sont en mai et en novembre.

VII. *Écarts*

Le *tableau XX* contient le relevé des écarts entre les chiffres des tableaux I, II, VII, VIII, XIII et XV et ceux des tableaux I, III, V, VI et VII des « moyennes de dix ans pour les éléments météorologiques observés aux fortifications de Saint-Maurice[1] ». Ces écarts ont été déterminés pour la température et la pression atmosphérique à Savatan et à Dailly, pour la nébulosité aux trois stations inférieures et pour les précipitations atmosphériques aux quatre stations.

Ce tableau donne donc, en chiffres et plus en détail, quelques-unes des indications qui sont fournies dans le texte des paragraphes précédents. Nous rappelons que les moyennes auxquelles nous avons rapporté les observations de 1916 comme celles de 1908 à 1915, ne sont que des moyennes de *dix années* les écarts que nous donnons n'ont donc qu'une valeur relative et sont loin d'avoir une signification absolue.

[1]) *Archives*, t. XXVIII, p. 274, septembre 1909.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 21 mars 1917

Jules Cauderay. Le premier bateau sous-marin mu par l'électricité. — A. Barbey. La forêt moderne et les naturalistes. — P.-L. Mercanton. Diagrammes barométriques du 7 mars 1917.— H. Blanc. Destruction des oiseaux rapaces diurnes dans le canton de Vaud en 1915. — Emile André. Un phénomène d'embâcle végétale dans les Alpes vaudoises.

M. Jules Cauderay présente une notice sur *le premier bateau sous-marin mu par l'électricité ;* il s'agit de celui de Goubet avec lequel M. Cauderay avait collaboré.

M. A. Barbey. — *La forêt moderne et les naturalistes.*

La Sylviculture de notre pays, celle en particulier du Canton de Vaud, a évolué durant les dernières vingt années d'une façon très heureuse au point de vue de l'histoire naturelle, puisque les méthodes actuellement en faveur ont pour but de ramener les forêts vers le type naturel.

Il faut constater, qu'au commencement du siècle dernier, l'école allemande, qui a formé les premiers sylviculteurs suisses, a introduit dans notre pays montagneux des méthodes culturales contre nature, qui ont eu pour conséquence de faire admettre en particulier, dans le Jura et sur le plateau du Gros de Vaud, parfois aussi dans les Alpes, le déplorable système des coupes rases.

En effet, ce procédé brutal présente le sérieux inconvénient d'exposer brusquement au desséchement et à l'insolation un sol qui devrait toujours rester humide, poreux et meuble pour recevoir les graines des essences précieuses, qui assurent la reconstitution d'un nouveau massif.

Lorsqu'une de ces coupes intervient dans un peuplement tenu trop serré, et dont les arbres, n'ont pu devenir de ce fait des arbres semenciers, le terrain mis à nu se croûte, l'herbe s'y installe, et avec elle une végétation buissonnante avide de soleil et qui ne tarde

pas à envahir les espaces qui appartiendraient de droit aux essences sociales.

L'existence d'une forêt normale se rapprochant toujours plus du type naturel est tout autre. Sa pérénité est absolue, et l'on ne doit pas, lorsqu'on l'envisage dans son ensemble, pouvoir délimiter le commencement et la fin de l'existence d'un massif. En effet, les différents groupes de la forêt doivent être conduits au moyen des éclaircies et des dégagements successifs, de telle façon que les à coups soient évités, que les arbres d'élite deviennent porteurs de graines, et surtout, que ces derniers soient pourvus, durant toute leur existence, d'une couronne de branches vivantes, occupant à peu près le tiers supérieur de la longueur du fût ; car il ne faut pas oublier que l'arbre ne vit pas seulement par ses racines mais par l'atmosphère et la lumière.

Il faut éviter que les massifs composés d'une ou plusieurs essences se profilent sur l'horizon par une ligne plate, mais qu'au contraire leurs silhouettes se présentent en dentelures accentuées, ce qui est la preuve que les individus de la forêt jouissent d'un appareil d'assimilation aérienne, vivant et suffisamment développé. C'est dans la forêt jardinée, c'est-à-dire dans cette forme élastique, que le sylviculteur fera la récolte la plus fructueuse au point de vue de l'accroissement du bois. En outre, et c'est là le point de vue capital dans l'art forestier, il trouvera toujours sous les arbres normalement constitués, un abondant semi dans lequel la sélection naturelle stimulée par des dégagements et des éclaircies successifs, les éléments nécessaires à la régénération et à la continuité de la vie du peuplement.

Si nous envisageons la forêt, non plus comme une usine de production ligneuse, mais comme un laboratoire du monde animal et végétal, les procédés de sylviculture modernes, qui tendent toujours plus à ramener la forêt dans des normes naturelles, sont susceptibles d'intéresser les savants et tous ceux qui étudient en particulier la faune et la flore des bois.

La communication de M. A. Barbey était illustrée par la projection d'une fort belle collection de clichés.

M. P. L. Mercanton fait circuler les *diagrammes barométriques* du 7 mars 1917 où la pression a atteint la valeur la plus basse observée jusqu'ici.

M. H. Blanc résume une note qui paraîtra dans le Bulletin n° 192 sur la *Destruction des oiseaux rapaces diurnes dans le Canton de Vaud en 1915.*

Le secrétaire présente une note de M. Emile André sur un *Phénomène d'embâcle végétale dans les Alpes vaudoises*. Ce travail paraîtra également dans le Bulletin n° 192.

Séance du 28 mars

George Montandon. La généalogie des instruments de musique.

George Montandon. — *La généalogie des Instruments de musique.*

Comme toute espèce végétale ou animale, tout type d'instrument dérive d'un autre type qui l'a précédé, une amélioration technique succédant à une amélioration antérieure. L'étude d'une famille d'instruments portera sur les points suivants : classification, répartition géographique, philogénie ou généalogie, place qu'occupent les divers types d'instruments dans les cercles successifs de civilisation.

La classification habituelle des instruments à percussion, à cordes, à vent, n'est pas logique, puisque le terme « à percussion » se rapporte au mode de production de la vibration génératrice du son, tandis que le terme de « à cordes » se rapporte au corps vibrant et que le terme « à vent » peut se rapporter à l'un et à l'autre. Cette classification n'est de plus pas complète, puisqu'elle ne permet pas d'y faire rentrer quantité d'instruments extra-européens. Il y a donc lieu d'adopter la classification de Mahillon, complétée et modifiée dans les sous-divisions par Sachs et Hornbostel, classification répartissant la totalité des instruments en quatre grandes classes : idiophones, dont le son est dû à la vibration des corps eux-mêmes (gong) ; membranophanes, dont le son est dû à la vibration d'une membrane tendue (tambour) ; cordophones, dont le son est dû à la vibration des cordes (guitare) ; aérophones, dont le son est dû à la vibration primaire de l'air, (flûte).

La classification des instruments de musique peut cependant être tentée à un autre point de vue, à celui de leur genèse et de leur descendance, c'est-à-dire au point de vue embryogénique et philogénique. Il s'agit pour cela de se mettre à la place de l'homme préhistorique, au moment où il prenait conscience d'un son occasionnel pour le répéter ensuite volontairement et de se demander de quels instruments-principes peuvent dériver tous les instruments actuels. Mais pour établir cette succession, ce n'est pas à l'histoire qu'il faut s'adresser ; aussi qu'on la scrute, même sur les bas-reliefs égyptiens et assyriens, elle donne des instruments déjà

relativement compliqués. L'enquête ne se fera donc pas selon un plan vertical dans le temps, mais selon un plan horizontal dans l'espace, c'est-à-dire qu'elle portera avant tout sur l'étendue totale du globe, aussi bien chez les civilisés que chez les demi-civilisés, et que chez les primitifs. Le fait que la grande coupure dans l'histoire de la musique est due à la découverte, au XVe siècle, des lois de l'harmonie ne modifie pas cette enquête, qui ne tient compte que de la morphologie des instruments.

Séance du 4 avril

E. Gagnebin. La tectonique des Pléiades et le problème du « Wildflysch ». — Aug. Dubois. Les fouilles de la grotte de Cotencher. — Henri Sigg et Georges Favre. Quelques courbes pour la détermination des Feldspaths.

E. Gagnebin parle de la *tectonique des Pléiades et du problème du « Wildflysch »*.

Après avoir exposé les différentes interprétations qui ont été faites de la tectonique des Pléiades par MM. Favre et Schardt, puis par M. Ch. Sarasin, il donne les résultats de ses propres recherches.

La partie supérieure de la chaîne est formée d'une écaille en série normale composée de Malm, de Berriasien, de Valanginien, d'Hauterivien et de Barrémien sur lequel repose immédiatement le Flysch gréseux. Mais cette écaille n'est qu'un pli fortement écrasé: on peut en retrouver par place le flanc renversé, réduit à des lentilles de Berriasien.

Sous cette écaille s'écrase une zone de schistes et de calcaires nummulitiques, lutétiens ou auversiens, véritable « Wildflysch », où grouillent des lames crétacées d'âge turonien et des copeaux de Malm. C'est ce Turonien, où les fossiles macroscopiques sont très rares mais bien caractéristiques, que les auteurs ont pris jusqu'ici, en partie, pour du Néocomien. Cette zone de « Wildflysch » passe insensiblement, dans sa base, à une masse de Flysch marneux et schisteux qui repose immédiatement, et presque toujours en concordance, sur la molasse rouge, rupélienne, de l'avant-pays.

C'est à propos de cette zone moyenne que M. Gagnebin traite la question du « Wildflysch ». Dans la série lutétienne et auversienne s'intercalent des calcaires marneux, compactes et blanchâtres, en alternance irrégulière avec des schistes terreux. Or, ces couches sont absolument identiques, d'aspect et de faune microscopique,

aux calcaires et schistes turoniens qui s'introduisent en lames tectoniques dans cet ensemble.

M. Gagnebin rappelle que ce fait est général dans le «Wildflysch» des Alpes (*Flysch calcaire* de la zone des Aiguilles d'Arve, Flysch de Habkern et d'Amden) ; il montre le désaccord des auteurs (Kaufmann, Boussac, P. Beck, Arnold Heim) sur l'interprétation donnée à ce phénomène. Les uns admettent une *série compréhensive*, allant du Turonien, sans lacunes, jusqu'à l'Auversien ; d'autres voient en chacune de ces couches calcaires une lame tectonique indépendante, d'âge crétacé.

M Gagnebin croit, malgré l'identité d'aspect, à la différence d'âge bien tranchée entre les calcaires turoniens et ces mêmes calcaires lutétiens ou auversiens ; il admet une lacune stratigraphique entre ces deux formations. Mais il fait remarquer que l'identité d'aspect entre deux terrains stratigraphiquement distants est un phénomène très fréquent dans la zone tectonique des Préalpes bordières, à laquelle appartiennent les Pléïades, comme le Flysch de Habkern, et qui continue sans doute la zone française des Aiguilles d'Arves. Une simple similitude dans les conditions de dépôt suffit à l'expliquer ; et c'est la marque des sédimentations géosynclinales.

D'autre part, le « Wildflysch » est le produit d'une sédimentation si variable que toutes espèces de roches y sont représentées ; il n'est donc pas étonnant d'y trouver des calcaires semblables à ceux du Crétacé supérieur.

Il y aurait ainsi, dans le «Wildflysch », deux sortes de calcaires marneux d'origines très différentes bien que d'aspect identique : les uns, sédimentés avec les schistes à l'époque du Nummulitique moyen ; d'autres, d'âge Turonien, intercalés tectoniquement, en lames indépendantes, dans cette série.

La distinction sur le terrain est souvent très difficile ; en présentant une coupe détaillée des affleurements de la *route de l'Alliaz*, M. Gagnebin montre comment il a pu, dans la plupart des cas, trancher la question.

Aug. Dubois. — *Les fouilles de la Grotte de Cotencher.*

La Grotte de Cotencher, située à 650 mètres d'altitude, dans les contreforts de la Tourne, non loin du point où les Gorges de l'Areuse se dégagent de la chaîne du Jura, fut déjà l'objet d'une exploration archéologique, en 1867, par MM. H.-L. Otz et Ch. Knab. Ces premières fouilles fournirent un grand nombre d'ossements de l'*Ursus spelæus* et des traces de quelques autres mammifères, mais aucun indice certain de la présence de l'homme. Dès lors, de nombreux amateurs ont pratiqué des recherches sporadiques dans cette caverne, et il pouvait sembler que son remplissage ainsi pillé fut désormais sans utilité pour la science. Dans l'été de

1915, M. le Dr E. Lardy, de Genève, fit à son tour quelques recherches à Cotencher et présenta sa récolte à la section d'anthropologie de la Société helvétique des Sciences naturelles, réunie à Genève en septembre 1915. Il insista sur l'intérêt qu'il y aurait à reprendre des fouilles méthodiques dans ce gisement, dont le remplissage lui paraissait encore en majeure partie intact. A cette séance assistait le Dr H.-G. Stehlin, de Bâle, qui fut frappé de constater que la caverne de Cotencher, la seule du Jura suisse connue comme renfermant d'incontestables vestiges de l'ours des cavernes, était capable de livrer une faune bien plus variée que ne l'avaient laissé entrevoir les anciennes recherches. Il s'entendit donc avec M. Aug. Dubois, professeur à Neuchâtel, pour entreprendre ces nouvelles fouilles. Celles-ci débutèrent le 3 juillet et furent poursuivies jusqu'au 12 août.

Il fut décidé que le remplissage serait exploité par tranches horizontales de 25 centimètres d'épaisseur, le matériel fourni par chaque tranche devant rester distinct de celui fourni par les autres et que tout le terrain exploré serait extrait de la caverne et trié au grand jour sur une table. Un système de coordonnées permet de repérer la situation de chaque pièce importante.

Dès la quatrième tranche, des silex taillés par l'homme apparurent; aujourd'hui, plus d'une centaine de ces instruments du type Moustérien, identiques à ceux du Wildkirchli, ont été recueillis.

De ce fait, au lieu du seul problème paléontologique, deux autres, un problème anthropologique et un problème glaciologique s'imposaient à l'étude et chacun d'eux laisse déjà entrevoir des résultats d'une haute portée.

Dans les ossements recueillis, le Dr Stehlin a reconnu la présence d'une trentaine d'espèces : une chauve-souris, neuf rongeurs dont la marmotte, huit carnivores dont le lion des cavernes et la panthère, puis le sanglier, un grand bovidé, le renne, le chamois, le bouquetin, le cheval et quatre à cinq espèces d'oiseaux. Les ossements de l'*Ursus spelæus* forment le 95 % du total ; la caverne livre des pièces de toutes les régions du squelette, ayant appartenu à des individus de tous les âges et de toutes les tailles possibles.

On sait avec quelle persévérance, les préhistoriens comme les glacialistes, dans ces dernières années, ont cherché à établir les concordances qui existèrent entre les diverses époques du Paléolithique et les périodes glaciaires. Mais, nulle part encore, faute de stations du paléolithique moyen et du paléolithique inférieur dans l'intérieur des limites des grandes moraines des dernière glaciations, on n'a pu obtenir le point de repère solide qui ferait disparaître les divergences que présentent les diverses solutions proposées. Or, Cotencher est, en tout cas pour le domaine alpin, la

première station moustérienne, rencontrée en dedans des limites du glacier Würmien et au-dessous du niveau qu'il a atteint. On sait que les cavernes du Wildkichli, elles aussi, sont à l'intérieur de ces mêmes limites; mais à une altitude telle (1467 m.) que le glacier du Rhin n'a jamais atteint ce niveau. Il aurait parfaitement pu arriver que, malgré la situation de Cotencher en pleine moraine, on ne pût tirer de conclusions bien nettes de l'examen de son remplissage; mais, par une bonne fortune inespérée, et grâce à un concours de circonstances dont il a été donné un aperçu, ce remplissage est d'une structure si parlante, en quelque sorte, que ce fameux point de repère, il semble aujourd'hui certain que le gisement de Cotencher le livrera avec toute la netteté désirable.

En résumé, les fouilles de la Grotte de Cotencher ont conduit à des découvertes remarquables sous les trois rapports suivants: 1° C'est la première fois que nous apprenons à connaître la faune contemporaine de l'ours des cavernes dans le Jura suisse; 2° C'est la première fois qu'on découvre dans le Jura suisse une station moustérienne; 3° C'est la première fois, pour tout le domaine alpin, qu'on signale un gisement moustérien à l'intérieur des moraines de la dernière glaciation et en étroite relation avec un dépôt glaciaire.

Les fouilles seront poursuivies en 1917 et probablement encore en 1918, mais n'épuiseront pas le gisement, car il importe que les conclusions auxquelles parviendront les directeurs des fouilles puissent être contrôlées dans l'avenir et, au besoin, revues à la lumière des découvertes futures.

Henri Sigg et Georges Favre. — *Quelques courbes pour la détermination des Feldspaths.*

Les *Feldspaths* minéraux, constitutifs très importants dans la plupart des roches, dont la détermination réclame des méthodes d'investigation spéciales, peuvent être étudiées par trois moyens:

1° Méthode de Becke.

2° Méthode de Michel-Lévy.

3° Méthode de Fédoroff.

Cette dernière est la plus intéressante, car elle permet de déterminer le pour cent d'anorthite (An) à partir d'une section dont l'orientation est quelconque par rapport à l'ellipsoïde du minéral.

Nous donnerons dans le travail complet des planches où seront figurées ces nouvelles courbes et les déplacements des pôles dans les faces vicinales.

Séance du 18 avril

Henri Sigg. La méthode de Fédoroff. — Arthur Maillefer. Anatomie de la racine d'Acorus Calamus. — C. Biermann. Les bases de la géographie économique.

Henri Sigg expose la *méthode de Fédoroff* pour la détermination des feldspaths et l'extension de cette méthode en pétrographie.

Arthur Maillefer. — *Anatomie de la racine d'Acorus Calamus.*

Cette racine présente une assise génératrice située à l'intérieur du liber; la présence d'un cambium a été constatée d'une manière générale chez toutes les tiges et feuilles de monocotylédones qu'on a examinées à un état assez jeune; mais, à notre connaissance, *Acorus* est le premier cas où l'on ait signalé la présence d'une assise génératrice intralibérienne dans une racine de Monocolylédone; cette assise génératrice semble n'avoir qu'un fonctionnement limité et ne donne du tissu secondaire que du côté du liber.

C. Biermann, cherchant à établir les *Bases de la Géographie économique*, touche les points suivants :

1° *L'indépendance économique;* elle n'existe pas, même chez les peuples les plus primitifs; la cause en est dans l'inégalité de production, et aussi dans un fait psychologique: la demande, soit le caprice de l'homme.

2° *La place de l'Europe à l'origine de tous les mouvements commerciaux;* elle a pour cause, non point une infériorité naturelle de production, loin de là; mais la forte densité de la population européenne, le genre de vie industriel et le groupement en villes.

3° *Le rôle du machinisme dans la vie moderne;* le machinisme a augmenté la production industrielle, augmenté les besoins en matières premières, augmenté la nécessité des débouchés; mais, appliqué aux transports, il a donné à l'Europe la possibilité de s'alimenter dans les pays les plus lointains.

4° *L'unification du globe.* Jusqu'ici, le globe était constitué en petits mondes locaux; il tend maintenant à former un seul tout dont les parties sont étroitement solidaires, l'Europe étant toujours placée au cœur de l'organisme.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux de Chimie faits en Suisse

1917

Mars

24. Abelin (J.). Ueber proteinogene Amine. Bern. — *Naturwissenschaften* **5.** 186.

25. Balavoine (P.). Sur la coloration artificielle des pâtes alimentaires. Genève. Lab. cantonal. — *J. suisse de pharm.* **55.** 141.

26. Baudisch (Oskar). Zur Kenntnis der Oxy-azoxy-verbindungen und der Nitroso-arylhydroxylamine. Zürich. Chem. Univ.- Lab. — *Berichte* **50.** 333.

27. Baudisch (Oskar) und Fürst (Rose). Ueber innere Metallkomplexsalze. Ueber Nitroso-arylhydroxylamine. Zürich. Chem. Univ.- Lab. — *Berichte* **50.** 324.

28. Baudisch (Oskar) und Haftka (J.). Ueber o,o-Dioxy-azoxybenzol. Zürich. Chem. Univ.- Lab. — *Berichte* **50.** 332.

29. Baudisch (Oskar) und Karzeff (Nikolaus). Ueber innere Metallkomplexsalze. Ueber Nitroso-arylhydroxylamine. Zürich. Chem. Univ.- Lab. — *Berichte* **50.** 328.

30. Baudisch (Oskar) und Klaus (Franz). Ueber innere Metallkomplexsalze. Notiz zur Kenntnis der Beizenfarbstoffe. Zürich. — *Berichte* **50.** 330.

31. Berthoud (A.). Détermination des températures et des pressions critiques des amines et des chlorures d'alcoyles. Neuchâtel. Lab. de ch. physique. — *J. ch. phys.* **15.** 3.

32. Briner (E.). Remarques sur l'énergie solaire. Genève. — *J. ch. phys.* **15.** 47.

33. Fellenberg (Th. von). Ueber verschiedene Bindungsarten des Methylalkohols im Pflanzenreich. Bestimmung des Pektin- und Lignin-Methylalkohols in Gewürzen. Bern. Lab. des schweiz. Gesundheitsamtes. — *Mitt. Lebensmittelunters.* **8.** 1.

34. Fellenberg (Th. von). Die Stärkebestimmung in Kleie. Bern. Lab. des schweiz. Gesundheitsamtes. — *Mitt. Lebensmittelunters.* **8.** 55.

35. Guye (Ph. A.). A propos des valeurs fautives des poids atomiques du carbone et du soufre. Genève. — *J. ch. phys.* **15.** 60.

36. Kaufmann (Adolf) und Petheou de Petherd (Victor). Ueber die Nitrierung der Chinolon- und Carbostyril-äther. Genf. Univ. Lab. für org. Ch. — *Berichte* **50.** 336.

37. Kehrmann (F.) und Falconnier (G.). Ueber Tetramethyldiamino-phenazin. Lausanne. Org. Lab. der Univ. — *Berichte* **50.** 421.

38. Klinger (R.). Ueber die Gerinnung des Blutes und ihre chemischen Grundlagen. Zürich. — *Naturwissenschaften* **5.** 193.

39. Moles (E.). Sur les nouvelles valeurs des poids atomiques du carbone et du soufre de la table internationale pour 1916. Genève. Lab. de ch. phys. de l'Univ. — *J. ch. phys.* **15.** 51.

40. Reutter de Rosemont. Comment nos pères se soignaient, se parfumaient et conservaient leurs corps (Paris) Genève.

41. Rippstein (Erwin). Experimentelle Untersuchungen über das Wesen der Bergkrankheit. Bern. Physiol. Inst. der Univ. — *Biochem. Zeitschr.* **80.** 163.

42. Schklowsky (Gregoir). Beitrag zur Kenntnis der Banda-Macis. *Dissert.* Bern (Prof. Tschirch).

43. Schmutz (Walther). Ueber die Einwirkung von ortho- und peri-Diaminen sowie von Aethylendiamin auf γ-Lactone. *Dissert.* Freiburg (Prof. Bistrzycki).

44. Tempel (Hippolyte). Sur les acides ortho-et métachlorophényl-α-bromacryliques. *Thèse.* Genève (Dr Reich).

45. Toepke (Gustav). Ueber die Waldensche Umkehrung. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

46. Tunmann (O.). Mikrochemische Sparteinreaktionen. Bern. — *Apotheker-Zeitung* **32.** 100.

47. Verda (A.) et Fraschina (Vittorio). Rapport existant entre la composition chimique des semoules de maïs et le rendement avec lequel ces produits ont été préparés. Lugano. Lab. cantonal. — *Travaux ch. alim.* **8.** 50.

48. Waser (Ernst). Nachweis und Bestimmung von Ameisensäure in Fleischextrakten. Zürich. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **99.** 67.

49. Waser (Ernst). Ueber die Beziehungen zwischen Konstitution und Wirkung beim ac-Tetrahydro-beta-Naphtylamin und seinen Derivaten. Zürich. Pharmakol. Inst. der Univ. — *Schweiz. Chem.-Zeitung* **1.** 12.

Avril

50. Abelin (J.) und Blumberg (M.). Der Harnsäure- und der Gesamtstickstoff-Stoffwechsel bei einem Gichtiker während des Hungers. Bern. Physiol. Inst. der Univ. und Gemeindespital. — *Biochem. Zeitschr.* **81.** 1.

51. Arragon (Ch.) et Bonifazi (G.). Analyse chimique des épices. Lausanne. Lab. cantonal et Lab. d'analyse des denrées de l'Univ. — *J. suisse de pharm.* **55.** 216.

52. Bach (A.). Recherches sur les ferments réducteurs. Genève. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **43.** 307.

53. Baragiola (W. I.) und Kléber (Jean B.). Untersuchung einer Fischblase in Leierform. Wädenswil. Schweiz. Versuchsanstalt. — *Schweiz. Apotheker-Zeitung* **55.** 213.

54. Besson (A. A.). Zur Wasserbestimmung durch Destillation. Basel. — *Schweiz. Apotheker-Zeitung* **55.** 69 und *Chem.-Zeitung* **41.** 346.

55. Burmann (James). Recherches sur l'homologue inférieur de l'utéramine, la paraoxybenzylamine. Aigle. Lab. de ch. de la Zyma. — *Bull. de la Soc. neuchâteloise des Sc. nat.* **41.** 3.

56. Burmann (James). Sur un dosage rapide du glucose. Genève. — *J. suisse de pharm.* **55.** 196.

57. Ephraim (Franz) und Millmann (Seb.). Ueber die Natur der Nebenvalenzen. Der Einfluss der Wertigkeit auf die Nebenvalenz-Energie. Bern. Anorg. Lab. der Univ. — *Berichte* **50.** 529.

58. Kehrmann (F.). Einige Notizen, die Azin-Farbstoffe betreffend. Lausanne. Org. Lab. der Univ. — *Berichte* **50.** 554.

59. Jaubert (Marcel). Etude comparée de quelques méthodes volumétriques utilisées pour le titrage des acides et des bases. *Thèse.* Genève (Prof. Duparc).

60. Murray (Wallace Jennings). Contribution à la revision du poids atomique du brome. *Thèse*. Genève (Prof. Guye).

61. Nussberger (Gustav). Beitrag zur Kenntnis der Quellenverhältnisse Graubündens und zur Beurteilung von Trinkwasser. Chur. — *Jahresb. der naturf. Ges. Graubündens* **57.** 1.

62. Reiman (Clarence Kenworthy). Contribution à la revision du poids atomique du brome. *Thèse*. Genève (Prof. Guye).

63. Steinmann (Alfred B.). Studien über die Azidität des Zellsaftes beim Rhabarber. *Dissert*. Zürich (Prof. Ernst).

Mai

64. Arbenz (E.). Ueber quantitative Bestimmung der Oxalsäure in Nahrungs- und Genussmitteln. Bern. Lab. des schweiz. Gesundheitsamtes. — *Mitt. Lebensmittelunters.* **8.** 98.

65. Balavoine (P.). Alcool et extrait dans la bière. Genève. Lab. cantonal. — *Travaux ch. alim.* **8.** 108.

66. Balavoine (P.). Alkohol und Extrakt des Bieres. Genf. Kantonales Lab. — *Zeitschr. ges. Brauwesen* **40.** 34.

67. Baragiola (W. I.) und Kléber (Jean B.). Die chemische Zusammensetzung des Scheidmostes. Wädenswil. Schweiz. Versuchsanstalt. — *Landw. Jahrb.* **1917.** 303.

68. Baragiola (W. I.) und Schuppli (O.). Ueber die Weinsteinausscheidungen in Neuenburger Flaschenweinen. Wädenswil. Schweiz. Versuchsanstalt. — *Schweiz. Apotheker-Zeitung* **55.** 281.

69. Baragiola (W. I.) und Schuppli (O.). Die Bestimmung des Ammoniums im Boden und in der Gülle (Jauche). Wädenswil. Schweiz. Versuchsanstalt. — *Landw. Vers.-Stationen* **90.** 123.

70. Bernoulli (A.). Démonstration d'un colorimètre de précision. Bâle. Lab. physico-chim. de l'Univ. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **43.** 384.

71. Kaufmann (Adolf). Zur Kenntnis der China-Alkaloide. Genf. Univ. Lab. für org. Ch. — *Berichte* **50.** 701.

72. Kaufmann (Adolf) und Haensler (Paul). Zur Kenntnis der China-Ketone. Genf. Univ. Lab. für org. Ch. — *Berichte* **50.** 702.

73. Kliatchko (J.) et Binggely (Ch.). Electroréduction des nitrates de potassium et de lithium par le courant alternatif. Genève. Lab. de ch. anal. de l'Univ. — *Annales ch. anal.* **22.** 81.

74. Landolt (Albert). Sur l'hypothèse de la liaison coulante dans les benzimidazols et les benzotriazols. *Thèse.* Genève (Dr Maron).

75. Müller (Hermann). Recherches sur quelques dérivés du vératrol. *Thèse.* Genève (Dr Kaufmann).

76. Philippe (E.). Versuche zum Nachweis und zur Bestimmung von freier Schwefelsäure in Wolltuch. Bern. Lab. des schweiz. Gesundheitsamtes. — *Mitt. Lebensmittelunters.* **8.** 104.

77. Thöni (J.) und Geilinger (H.). Ueber die Brauchbarkeit des Indolnachweisverfahrens nach Morelli bei Kulturen von Bacterium coli. Bern. Lab. des schweiz. Gesundheitsamtes. — *Mitt. Lebensmittelunters.* **8.** 65.

78. Woker (Gertrud). Die Theorie der Benzidin-Oxydation in ihrer Bedeutung für Peroxydase-Untersuchungen. Bern. Lab. für physik.-chem. Biologie der Univ. — *Berichte* **50.** 672.

79. Woker (Gertrud). Ueber die Reaktion der Stärke mit Formaldehyd und über die diastatischen Eigenschaften des Formaldehyds. Bern. Lab. für physik.-chem. Biologie der Univ. — *Berichte* **50.** 679.

80. Woker (Gertrud). Bemerkungen zu der Erwiderung des Hrn. van der Haar. Bern. — *Berichte* **50.** 677.

Juin

81. Baragiola (W. I.). Ueber den weissen Bruch des Weines. Wädenswil. Schweiz. Versuchsanstalt. — *Zeitschr. Unters. Nahrungsmittel* **33.** 513.

82. Brun (Albert). Note sur l'application du spectroscope à la minéralogie et à la pétrographie. Genève. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **43.** 487.

83. Frei (Walter). Faktoren der Wirksamkeit chemischer Desinfektionsmittel. Zürich. Veterinär-pathol. Inst. der Univ. — *Schweiz. Chem.-Zeitung* **1.** 35. 52.

84. Guggenheim (M.). Zur Kenntnis des wirksamen Prinzips der Hypophyse. Basel. — *Biochem. Zeitschr.* **81.** 274.

85. Guye (Ch. Eug.). L'évolution des phénomènes physico-chimiques et le calcul des probabilités. Genève. — *J. ch. phys.* **15.** 215.

86. Guye (Ph. A.). Sur le rapport volumétrique de combinaisons de l'hydrogène et de l'oxygène et sur le poids atomique de l'hydrogène. Genève. Lab. de ch. phys. de l'Univ. — *J. ch. phys.* **15.** 208.

87. Haggenmacher (H.). Contribution à l'étude de la formation de l'ammoniaque dans l'arc électrique. *Thèse.* Genève (Dr Briner).

88. Kronberger (Hans). Das Prinzip der Gramsche Färbung als Grundlage einer prognostisch allgemein verwertbaren Urinprobe. Davos. Deutsche Heilstätte. — *Deutsche med. Wochenschr.* **43.** 750.

89. Lifschitz (J.) und Lourié (Heinrich). Ueber die Chromophore von farbigen Molekülverbindungen und Farbstoffen. Zürich. Chem. Lab. der Univ. — *Zeitschr. wissenschaftl. Photogr.* **16.** 269.

90. Perrot (F. Louis). Sur la mesure de la tension superficielle au moyen du poids des gouttes. Chambésy (Genève). — *J. ch. phys.* **15.** 164 et *Archives des Sc. phys. et nat.* **43.** 476.

91. Reich (S.). Cyclisations avec départ d'un groupe nitro. Genève. Lab. de ch. org. de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chimique* **21.** 111.

92. Reich (S.). Sur la 2.6-dinitrobenzyl-phénylhydrazine. Genève. Lab. de ch. org. de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chimique* **21.** 114.

93. Reich (S.) et Oganessian (A.). Sur quelques dérivés 2.6-dinitrobenzyliques. Genève. Lab. de ch. org. de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chimique* **21.** 117.

94. Reich (S.) et Turkus (B.). Cyclisations avec départ d'un groupe nitro. Genève. Lab. de ch. org. de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chimique* **21.** 107.

95. Salzmann (Rachel). Sur quelques essais concernant l'empêchement stérique. *Thèse.* Genève (Dr Reich).

96. Schmidt (Albert). Sur une fonction exponentielle simple applicable à la représentation de plusieurs phénomènes physico-chimiques. Genève. Lab. de ch. phys. de l'Univ. — *J. ch. phys.* **15.** 97 et *Thèse.* Genève (Prof. Guye).

97. Treadwell (W. D.). Notiz zur Berechnung der Gleichgewichtskonstante im Deaconprozess. Zürich. Lab. für physikal. Ch. der Techn. Hochschule. — *Zeitschr. Elektroch.* **23.** 177.

98. Tschirch (A.). Hundert Jahre Mutterkornforschung. Bern. — *Schweiz. Apoth.-Zeitung* **55.** 305. 317. 329. 345. 357.

99. Tunmann (O.). Ueber den Nachweis der bei dem Verfahren von Stas-Otto aus der sauren, wässerigen Lösung mit Aether ausschüttelbaren Gifte (Veronal, Acetanilid, Salicylsäure, Phenacetin). Bern. — *Apoth.-Zeitung* **32.** 289. 298.

100. Turkus (Bronislava). Dosage du potassium et du sodium à l'état de sulfates par le chlorure de platine. Genève. Lab. de ch. anal. de l'Univ. — *Annales ch. anal.* **22.** 101.

101. Verda (A.). Sur l'iodoréaction de l'urine. Lugano. — *J. suisse de pharm.* **55.** 321. 334.

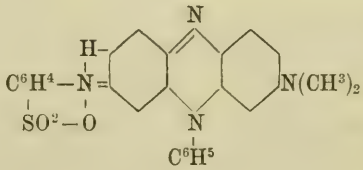
102. Zive (I.). Sur les transpositions intramoléculaires chez les α-glycols. *Thèse.* Genève (Dr Orekhoff).

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

F. Kehrmann et A. Herzbaum. — Sur les acides monosulfoniques des colorants quinone-imidiques. *(Ber. d. D. ch. Ges.*, t. 50 (1917) p. 873-882 ; Université. Lausanne).

On sait que l'on transforme les colorants basiques insolubles ou peu solubles en combinaisons solubles en les sulfonant, mais que l'introduction d'un seul groupe « sulfo » ne suffit pas pour conférer à ces colorants la solubilité voulue et la propriété de se comporter comme colorants teignant la laine en bain acide. C'est dans le but de déterminer la cause de ce caractère des acides monosulfoniques des colorants basiques que les auteurs ont préparé et examiné un certain nombre de ces dérivés. Ils arrivent à la conclusion que le comportement de ces acides vient très probablement du fait qu'ils constituent des sels internes, dans lesquels le groupe « sulfo » est plus ou moins neutralisé par le complexe basique. Il nous suffira de reproduire ici, sans entrer dans les détails sur les recherches que nous signalons, une des formules probables que les auteurs attribuent p. ex. à l'*acide monosulfonique de l'indazine.*



OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE SEPTEMBRE 1917

Les 1 et 2, rosée le matin.
le 3, brise du lac de 10 h. du matin à 3 h. du soir.
4, rosée le matin, brise du lac de 11 h. du matin à 6 h. du soir.
5, rosée le matin, brise du lac de 10 h. du matin à 6 h. du soir, orage et pluie dans la nuit.
6, pluie de 1 h. 20 à 3 h. du soir et dans la nuit, orage à 2 h du soir.
9, brouillard le matin, orage à l'W. à 1 h. 30, pluie à 4 h. du soir et dans la nuit.
10, rosée le matin, orage et pluie dans la nuit.
11, rosée le matin, pluie de 6 h. à 9 h. du soir, orage au NW à 9 h. du soir, orage et pluie dans la nuit.
12, pluie de 7 h. à 9 h. du matin et de 11 h. du matin à 9 h. du soir.
13, forte bise de 8 h. du matin à 6 h. du soir.
les 16, 17, 18 et 19 rosée le matin.
le 20, rosée le matin, brise du lac de 2 à 7 h. du soir.
21, rosée le matin, brise du lac de 2 à 6 h. du soir.
les 22 et 23, rosée le matin.
le 24, rosée le matin, brise du lac de 11 h. du matin à 6 h. du soir.
25, rosée le matin, brise du lac de 11 h. du matin à 5 h. du soir.
26, brouillard le matin, brise du lac de 10 h. du matin à 6 h. du soir.
27, rosée le matin, brise du lac de 2 à 5 h. du soir.
28, rosée le matin.

GENEVE — SEPTEMBRE 1917

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm										h.	mm.	
1	28.8	28.0	28.8	28.42	+ 0.66	27.4	29.2	E. 1	S. 1	SSW. 1	SSW. 1	4.4	0	1	0	1	12.0	....	....
2	29.8	30.3	32.1	30.33	+ 2.59	29.1	32.2	SSW. 1	SW. 1	S. 1	SW. 1	7.5	9	9	0	5	6.9	....	....
3	32.3	31.1	30.3	31.32	+ 3.60	30.0	32.4	SW. 1	NNE. 1	NE. 1	NNE. 1	4.6	0	1	0	1	11.2	....	....
4	29.9	28.7	27.5	28.74	+ 1.04	27.1	30.0	NE. 1	NNE. 1	NE 1	NNE. 1	3.4	0	0	0	0	11.9	....	....
5	26.8	25.4	24.9	25.83	- 1.85	24.1	27.6	NE. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	4.2	0	2	0	1	11.4	0.3	1
6	25.1	24.5	24.7	**24.81**	**- 2.84**	**24.0**	25.6	NE. 1	NNE. 1	NE. 1	NNE. 1	2 5	9	9	7	7	5.0	14.8	7
7	25.1	27.0	29.0	26.62	- 1.01	**24.0**	29.5	NNE. 1	NNE. 1	W. 1	NNE. 1	6.1	10	1	0	4	9.0	....	....
8	29.6	29.8	30.3	29.57	+ 1.97	28.8	30.4	SW. 1	NNW. 1	NW. 1	NNW. 1	2.1	6	8	0	4	8.0	....	....
9	30.5	30.1	30.6	30.26	+ 2 68	29.5	30.8	WNW. 0	NNW. 1	SE. 1	var.	2.9	9	2	0	4	7.7	0.8	2
10	31.6	30.3	30.4	30.62	+ 3.07	29.4	31.6	SE. 1	NNE. 1	NW. 1	var.	2.7	2	1	0	1	8.9	0.3	1
11	30.1	28.1	27.5	28.84	+ 1.32	26.3	30.7	SW. 1	NNE. 1	E. 0	NNE. 1	2.5	1	4	9	6	7.1	9.7	9
12	26.0	25.0	27.7	26.07	- 1.42	24.8	27.7	SSE. 0	S. 1	NE. 1	var.	3.4	10	10	10	10	0.0	**25.6**	**12**
13	30.2	31.3	32.6	30.46	+ 3.00	27.5	32.6	NE. 1	NNE. 3	E. 1	NNE. 2	**18.4**	2	1	0	1	9.2	....	....
14	32.1	31.4	32.1	31.95	+ 4.52	31.1	32.4	SW. 1	W. 1	SSE. 1	calme	1.6	9	8	9	8	5.2	....	....
15	32.6	31.9	32.3	32.13	+ 4 73	31.5	32.7	S. 0	W. 1	SE. 0	var.	2.7	7	1	0	2	10.5	....	....
16	31.6	29.2	29.3	30.30	+ 2.93	28 4	32.1	SE. 0	NNE. 1	SW. 1	var.	2.5	0	0	0	0	11.6	....	....
17	29.0	29.0	29.8	29.19	+ 1.85	28.5	30.0	SSE. 0	SSW. 1	NE 1	var.	2.0	0	0	0	2	9.2	....	....
18	30.4	30.5	31.5	30.58	+ 3 27	29.9	32.0	SE. 1	SSW. 1	W. 0	SW. 1	3.8	8	0	0	2	9.4	....	....
19	33.1	31.6	31.4	31 94	+ 4.67	30.4	33.2	SSW. 0	SW. 1	NNE. 1	SW. 1	2.5	0	0	0	0	10.2	....	...
20	32.9	31.7	31.9	32.03	+ 4.79	30.7	33.1	NE. 1	S. 1	E. 1	NNE. 1	3.2	6	8	1	4	7.5	....	....
21	33.8	33.7	34.5	**33.75**	**+ 6.54**	32.7	34.6	SSW. 1	NNW 1	SSE. 1	NNE. 1	4.0	8	1	0	3	8.6	....	...
22	34.6	33.3	32.8	33.65	+ 6.47	32.0	**34.7**	SSW. 0	NNE. 1	NE. 1	NNE. 1	2.3	0	0	0	0	10 9	....	....
23	32 3	30.9	31.4	31.69	+ 4.55	30.6	32.7	NE. 0	NNW. 1	SW. 1	var.	2.7	3	0	0	0	9.8	....	....
24	31.3	30.6	31.5	31.05	+ 3.94	29.7	31.9	SW. 1	NE 0	E. 1	NNE. 1	4.2	4	4	0	2	8.2	....	....
25	31.7	31.3	31.5	31.49	+ 4.42	30.4	32.0	SE 1	NNE. 1	NW. 1	NNE. 1	3.4	0	0	0	0	10.5	....	...
26	31.8	30.7	31.4	31.24	+ 4.20	29.7	32.0	SW. 0	NNE. 1	NE. 1	NNE. 1	1 8	10	0	0	2	9.4	....	....
27	32.5	31.9	32.4	32.14	+ 5.14	31.2	33.0	E. 0	NNW. 1	SW. 1	calme	1.6	0	0	0	0	10.2	....	....
28	33.0	32.5	32 8	32.77	+ 5.80	31.9	33.4	SSW. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	2.2	9	1	8	6	6.2	....	....
29	32.7	31.6	32.3	32.18	+ 5.25	30.8	32 9	SW. 0	N. 1	NE. 1	NNE. 1	5.0	10	1	2	4	8.0	....	....
30	32.0	31.8	32.8	32.26	+ 5 36	31.2	33.0	E. 1	NNE. 1	NE. 1	NNE. 1	6.3	10	1	9	7	4.5	....	....
																		....	....
Mois	30.78	30.12	30.60	30.41	+ 2.78							3.88	4.7	2.5	1.8	2.9	258 2	51.5	32

GENÈVE — SEPTEMBRE 1917

Jour du mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm
1	11.3	21.3	15.3	15.84	− 0.75	8.8	23.0	85	57	77	74	0	54	92	13.2	− 5.1	1625
2	15.2	20.7	14.3	16 52	+ 0.04	12.2	22.3	75	59	78	71	− 3	57	85	—	—	1595
3	10.4	18.4	14.2	14.12	**− 2.25**	**8.0**	20.2	87	60	86	77	+ 2	53	93	13.7	− 4.5	1575
4	12.0	17.2	14.4	14.17	− 2 08	8.5	19.3	87	69	89	80	+ 5	61	94	15.6	− 2.5	1585
5	12.0	19.6	16 3	15.49	− 0.64	9.4	20.3	90	67	90	84	+ 9	65	96	16.8	− 1.2	1600
6	15.8	22.8	16.7	17.70	+ 1.68	13.8	23.1	92	64	91	83	+ 8	61	94	—	—	1705
7	12.0	18.2	16.5	15.53	− 0 36	11.4	19.9	99	64	81	83	+ 7	58	99	17.3	− 0.6	1615
8	13.4	20.5	16.4	16.24	+ 0.47	11.0	22 3	92	64	92	84	+ 8	60	95	17.6	− 0.2	1625
9	12.8	20.8	15.7	16.13	+ 0.49	10.8	23.1	98	74	95	87	+11	66	98	—	—	1625
10	13.0	19.6	16.7	16.07	+ 0.55	11 0	21.2	94	67	90	84	+ 8	62	96	18.3	+ 0.6	1655
11	14.7	20.6	19.0	17.75	+ 2.36	13.0	22.1	92	74	91	84	+ 7	67	96	18.2	+ 0.6	1640
12	15.6	16.4	13.8	15.80	+ 0.55	13.2	18.6	98	92	95	**94**	**+17**	86	100	18.7	+ 1.2	1690
13	12.2	16.2	10 6	**13.53**	− 1 59	9.5	16.6	66	53	80	**67**	**−10**	51	88	17.8	+ 0.3	1770
14	10.4	20.7	16.0	14.58	− 0.10	**8.0**	21.5	87	53	76	74	− 3	49	92	17.8	+ 0.4	1755
15	13.9	24.1	15.6	17 34	+ 2.49	11.3	25 3	90	61	86	80	+ 2	58	96	17.6	+ 0.3	1725
16	11.8	20.2	15.5	15.86	+ 1.15	9 8	22.0	91	69	93	84	+ 6	61	98	—	—	1735
17	13.4	26.0	19.5	18.88	+ 4.32	11.3	27.0	91	56	84	79	+ 1	52	97	18.1	+ 1.0	1730
18	16.6	26.6	19.2	20.45	+ 6.03	14.7	27.9	93	61	89	80	+ 2	57	94	18.0	+ 1.0	1710
19	15.6	22.0	20.3	**20.82**	**+ 6.54**	13.4	**29.4**	89	57	72	73	− 5	46	93	17.8	+ 0.9	1685
20	17.0	27.8	19 8	20.65	+ 6.52	16.0	28.3	77	42	69	69	**−10**	**39**	90	17.2	+ 0 4	1710
21	17.6	23.1	15.0	19 05	+ 5.07	13.2	24.6	79	58	82	73	− 6	52	89	18.1	+ 1.4	1670
22	11.4	18.6	13.8	14 54	+ 0.71	9 2	20.0	87	67	91	82	+ 3	63	94	18.4	+ 1 8	1705
23	11.0	20.8	16.0	16.35	+ 2.67	9.5	25.6	96	71	93	81	+ 2	53	98	—	—	1620
24	14.0	22.2	16.0	17.10	+ 3 58	13.0	23.0	91	66	85	81	+ 2	61	95	18.6	+ 2.2	1685
25	12.4	19.6	15.8	15.89	+ 2.52	10.5	21.0	93	74	91	86	+ 6	67	96	18.8	+ 2.5	1690
26	12.4	21.1	16.2	16 35	+ 3.14	11 0	23.8	98	69	92	87	+ 7	62	98	18.9	+ 2.7	1705
27	12.0	21.4	15.8	16.29	+ 3.24	10 0	23.3	94	67	90	82	+ 2	59	95	19.2	+ 3.1	1705
28	14.7	20.4	18.6	17.24	+ 4.35	13.0	21.5	92	70	80	84	+ 4	67	94	19.1	+ 3.1	1710
29	15.7	21.0	17.2	17.37	+ 4.64	14.0	21.8	93	66	77	81	+ 1	60	94	19.3	+ 3.4	1715
30	15.0	17.4	15.3	15.88	+ 3.31	13.8	18.6	87	77	86	82	+ 1	68	93	—	—	1685
Mois	13.51	21.04	16.18	16.65	+ 1.99	11.41	22.55	89	65	86	80	+ 3			17.67	+0.60	1676

MOYENNES DE GENÈVE — SEPTEMBRE 1917

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	28.80	28.75	28.95	29.04	28.53	27 88	28.28	28.96	28.65
2e »	30.37	30.46	30.81	30.92	29.98	29.46	30.15	30.64	30.35
3e »	32.54	32.42	32.57	32.84	31 84	31.18	31.88	32.49	32.22
Mois	30 57	30.55	30.78	30 93	30.12	29.51	30.11	30.70	30.41

Température

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	12.30	11.19	12.79	17.39	19.91	19.85	17.72	15.10	15.78
2e »	14.05	13.19	14.12	19.31	22.66	22.04	18.79	16.36	17.57
3e »	13.38	12.75	13.62	18.24	20.56	21.04	17.89	15.36	16.61
Mois	13 24	12.38	13.51	18 31	21.04	20.98	18.13	15.61	16.65

Fraction de saturation en %

1re décade	90	93	90	74	64	68	77	88	81
2e »	90	90	87	75	62	62	76	84	78
3e »	91	92	91	78	68	66	80	88	82
Mois	90	92	89	76	65	66	78	87	80

Dans ce mois l'air a été calme 155 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{84}{33} = 2.55$

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

	mm
Pression atmosphérique.....	30.50
Nébulosité	3.0
Température $\frac{7+1+9}{3}$..	16.91
Température $\frac{7+1+2\times 9}{4}$..	16.73
Fraction de saturation.....	80 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

	mm
Press. atmosphér.. (1836-1875).	27.63
Nébulosité.. ..... (1847-1875).	4.9
Hauteur de pluie.. (1826-1875).	94.2
Nombre de jours de pluie. (id.).	10
Température moyenne ... (id.).	14°.66
Fraction de saturat. (1849-1875).	77 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	58 7	54.2	61.8	55.9	53.3	53.6	56.9

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	52.5	51.5	49.5	50.6	53.0	53.4

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE SEPTEMBRE 1917

Les 2, 7, 12 et 13, brouillard une partie de la journée.
le 6, brouillard et vent très fort toute la journée.
les 13, 14 et 15, très forte bise.
le 15, centième anniversaire de l'installation de la station météorologique du Grand Saint-Bernard par Marc-Auguste PICTET, le 15 septembre 1817.

GRAND SAINT-BERNARD — SEPTEMBRE 1917

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm									mm	cm
1	67.8	68.5	69.3	68.5	+ 0.4	67.6	69.5	NE. 0	NE. 0	NE 1	calme.	0	0	1	0	....	....
2	68.8	69.3	70.6	69.6	+ 1.5	68.6	70.6	NE. 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	5	1	10	5	....	....
3	70.3	70.6	70.7	70.5	+ 2.5	70.0	70.8	NE. 0	NE. 0	SW. 2	var.	0	0	2	1	....	....
4	69.6	69.6	69.7	69.6	+ 1.6	69.4	70.3	SW. 2	SW. 1	NE. 1	SW. 1	0	3	3	2	....	....
5	68.4	67.7	68.4	68.2	+ 0.3	67.5	69.3	SW. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	8	8	10	9	1.2	....
6	68.0	68.1	68.1	68.1	+ 0.2	67 7	68.2	SW. 3	SW. 3	SW. 4	SW. 3	10	10	10	10	**23.8**	....
7	65.7	68.1	69.9	67.9	+ 0.1	65.5	70.1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	7	9	0.5	....
8	69.3	70 7	71.0	70.3	+ 2.6	69.1	71.2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	0.3	....
9	70.7	70.7	71.1	70.8	+ 3.2	70.5	71.2	NE. 1	NE. 1	NE. 0	NE. 1	1	7	10	6	....	....
10	70.6	71.0	71.5	71.0	+ 3.4	70.5	71.7	NE. 0	NE. 0	NE. 0	calme.	0	0	0	0	....	....
11	71.6	71.0	70 5	71.0	+ 3.5	70.0	71.8	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	1	9	10	7	6.0	....
12	69.3	66.7	65.1	67.0	− 0.4	64.4	70.0	SW. 1	SW. 2	NE. 4	var.	9	10	10	10	14.3	....
13	64.9	67.1	68.5	**66.8**	− **0.6**	**64.1**	68.7	NE. 4	NE. 4	NE. 4	NE. 4	10	2	10	7	....	....
14	68.8	69.9	70.8	69.8	+ 2.5	68.5	70.8	NE. 3	NE. 3	NE 3	NE. 3	10	3	0	4	....	....
15	70.1	71.8	72.5	71.5	+ 4.3	69.8	72.7	NE. 3	NE. 3	NE. 3	NE. 3	0	4	0	1	....	....
16	72.5	72.3	72.3	72.4	+ 5.3	72.1	72.6	NE. 0	NE. 0	SW. 0	calme.	3	2	0	2	....	....
17	71.7	72.9	74.1	72.9	+ 5.8	71.5	74.1	SW. 0	SW. 0	SW. 0	calme.	0	2	1	1	....	....
18	74.3	74.9	75.7	75.0	+ 8.0	73.9	76.1	SW. 0	SW. 1	SW. 0	calme	4	2	0	2	...	....
19	76.1	76.4	76.5	**76.3**	+ **9.4**	75.8	**76.7**	NE. 0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	1	0	0	....	....
20	75.7	74.9	74.7	75.1	+ 8.3	74.2	76.2	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	8	7	2	6	0.1	....
21	73.4	73.6	74.0	73.7	+ 7.0	73.0	74.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	8	4	0	4	...	....
22	73.7	73.9	74 1	73.9	+ 7.3	73.5	74.2	NE. 0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
23	72.8	72 6	73.0	72.8	+ 6.2	72.4	74.0	NE 1	NE. 1	NE. 0	NE. 1	0	3	0	1	....	....
24	72.3	72.5	73.2	72.7	+ 6 2	72.2	73.4	SW. 0	NE. 3	NE. 1	NE. 2	5	3	0	3	....	....
25	72.9	73.3	73.5	73.2	+ 6.8	72.7	73.5	SW. 1	SW. 1	SW 0	SW. 1	2	2	0	1	....	...
26	73.0	72.8	73.2	73.0	+ 6.7	72.6	73.6	SW. 1	NE. 1	SW. 0	var.	0	2	0	1	....	....
27	73.1	73.3	74.0	73.5	+ 7.3	73.0	74.1	NE. 1	NE. 1	NE. 0	NE. 1	0	3	0	1	....	....
28	73.2	73.0	73.6	73.3	+ 7.2	72 9	73.9	NE. 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
29	72.1	71.8	71.9	71.9	+ 5.9	71.5	73.3	NE. 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
30	71.7	71.8	72.6	72.0	+ 6.1	71.4	72.8	NE. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	0	4	7	4	....	....
																	....
Mois	71 08	71.36	71.80	71 41	+ 3.96							3.5	3.8	3.4	3.6	46.2	

GRAND SAINT-BERNARD — SEPTEMBRE 1917

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	2.8	8.0	6.0	5.6	+ 0.5	1.0	9.0	62	67	77	69	60	83
2	5.3	8.3	2.5	5.4	+ 0.4	2.0	9.4	63	80	98	80	58	99
3	2.2	7.8	6.5	5.5	+ 0.6	1.0	9.8	67	75	86	76	45	95
4	4.7	8.2	6.1	6.3	+ 1.5	4.0	8.6	77	81	99	86	70	100
5	5.0	7.6	6.4	6.3	+ 1.6	4.2	8.8	95	90	95	93	87	97
6	4.0	4.4	3.6	4.0	- 0.6	2.8	5.4	97	98	99	98	95	100
7	0.6	1.8	2.6	1.7	- 2.8	0.2	4.0	99	99	99	**99**	99	100
8	2.6	3.8	4.4	3.6	- 0.8	2.0	4.6	94	87	84	88	75	100
9	3.6	7.8	4.8	5.4	+ 1.2	3.0	8.2	89	74	94	86	71	96
10	4.2	4.8	6.2	5.1	+ 0.9	4.0	9.0	84	52	90	75	52	94
11	5.6	8.4	7.4	7.1	+ 3.0	4.0	9.0	82	94	96	91	74	98
12	5.4	6.4	1.4	4.4	+ 0.4	0.8	7.5	95	97	98	97	70	100
13	1.2	1.3	- 1.6	**0.3**	- **3.6**	- 1.8	1.5	90	77	97	88	68	98
14	- 0.2	1.7	2.6	1.4	- 2.4	- **3.0**	5.8	88	96	80	88	36	98
15	9.0	6.8	6.7	7.5	+ 3.9	2.5	9.4	66	50	36	51	28	80
16	8.3	13.6	9.0	10.3	+ 6.8	6.0	14.0	24	56	77	52	**20**	82
17	7.0	13.4	9.2	9.9	+ 6.5	6.8	14.0	68	44	66	59	41	73
18	9.0	14.7	11.0	11.6	+ 8.3	8.8	14.9	65	55	50	57	40	71
19	9.7	14.6	11.8	**12.0**	+ **8.9**	8.9	**15.3**	52	45	49	49	37	58
20	11.0	13.4	10.8	11.7	+ 8.7	10.6	14.0	45	45	54	**48**	40	62
21	5.8	6.3	5.9	6.0	+ 3.1	5.6	10.6	95	84	81	87	62	97
22	6.4	11.0	7.4	8.3	+ 5.5	5.0	12.3	32	47	78	52	30	85
23	5.6	6.2	6.8	6.2	+ 3.6	5.0	11.0	62	60	57	60	51	87
24	7.0	10.4	7.2	8.2	+ 5.7	6.0	10.9	65	54	70	63	35	76
25	5.3	9.1	6.8	7.1	+ 4.7	5.1	9.5	67	70	87	75	62	91
26	5.6	9.8	5.3	6.9	+ 4.7	5.0	11.0	95	55	95	82	43	96
27	4.8	10.6	6.3	7.2	+ 5.1	4.0	12.0	82	63	84	76	55	86
28	5.0	11.1	7.2	7.8	+ 5.9	5.0	11.4	56	48	88	64	42	90
29	3.8	9.0	5.0	5.9	+ 4.1	3.4	9.5	85	72	93	83	68	95
30	4.8	7.9	5.0	5.9	+ 4.2	4.3	8.5	77	63	85	75	47	91
Mois	5.17	8.27	6.01	6.48	+ 3.16	3.87	9.63	74	69	81	75		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD — SEPTEMBRE 1917

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

	Pression atmosphérique : 500^{mm} +				**Fraction de saturation en %**			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	68.92	69.43	70.03	69.46	83	80	92	85
2e »	71.50	71.79	72.07	71.79	67	66	70	68
3e »	72.82	72.86	73.31	73.00	72	62	82	72
Mois	71.08	71.36	71.80	71.41	74	69	81	75

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	3.50	6.25	4.91	4.89	4.89
2e »	6.60	9.43	6.83	7.62	7.42
3e »	5.41	9.14	6.29	6.95	6.78
Mois	5.17	8.27	6.01	6.48	6.36

Dans ce mois l'air a été calme 289 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{57}{48} = 1.19$

Pluie et neige dans le Val d'Entremont

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
Eau en millimètres.....	37.2	31.1	46.3	46.2
Neige en centimètres....	0	0	0	0

Ed. Varasin

NOTICE

SUR

LA VIE ET LES TRAVAUX D'ÉDOUARD SARASIN

PAR

L. DE LA RIVE

La famille Sarasin, d'origine française et réfugiée à Genève pour cause de religion, est de celles qui ont donné à la république des magistrats de notoriété et des citoyens dévoués. Le nom du syndic Jean Sarasin qui, en 1605, publia une vigoureuse réfutation des revendications du duc de Savoie, redevenues inquiétantes, est resté historique et, dans une autre sphère d'activité, celui du médecin Jean-Antoine Sarasin contemporain de la peste à la fin du XVIme siècle et qui écrivit une étude médicale dont l'influence fut salutaire, mérite d'être cité. Quant à la période moins lointaine de notre histoire, le nom de la famille Sarasin se retrouve fréquemment dans la liste des magistrats et des théologiens ; mais la carrière scientifique d'Edouard Sarasin est plutôt une exception qui, toutefois, nous le savons avec satisfaction, est héréditaire.

Edouard Sarasin est né en 1843, à Genève. Son grand-père, qui avait participé à la direction d'une importante maison de banque à Paris, revint se fixer définitivement à Genève et reconstruisit, dans le domaine familial du Grand-Saconnex, la maison à longue façade et à perron s'ouvrant sur la prairie qu'on y voit aujourd'hui. Son père, M. Charles Sarasin, avait des goûts de propriétaire rural et avait épousé la fille du syndic Rigaud, personnalité qui a laissé dans notre pays des souvenirs durables et sympathiques. Ed. Sarasin avait pour la mémoire

de son grand-père maternel une vénération à laquelle certaines de ses activités, en particulier son aptitude administrative et son goût prononcé pour les beaux-arts, ne sont pas étrangères.

Il fit ses premières études à l'école Lecoultre, suivit la première du Collège classique, puis les deux années du Gymnase. Il entra ensuite à l'Institut Rochette, qui préparait les jeunes gens pour l'Ecole Centrale de Paris. Ce n'était pas dans l'intention de lui faire embrasser la carrière d'ingénieur que les parents de Sarasin avaient dirigé son instruction en lui donnant un caractère plus scientifique que littéraire, mais pour satisfaire son penchant prononcé pour les sciences exactes et en particulier pour la physique. Cette préparation lui permit d'aller suivre à Paris, comme externe, les cours de l'Ecole Polytechnique où professaient des savants connus, Régnault, Bravais, Delaunay.

Il alla ensuite compléter ses études en Allemagne, d'abord à l'université d'Heidelberg, qu'illustrait le renom du chimiste Bunsen ; puis à Berlin, où il reçut un excellent accueil du physicien Magnus et fut au nombre des étudiants privilégiés qu'il recevait dans son laboratoire. C'était en 1866 et quatre ans plus tard, à la mort de Magnus, Sarasin écrivit pour le journal les *Archives,* auquel il devait consacrer une partie notable de son activité, un article biographique qu'il faut relire. La part du physicien berlinois, expérimentateur de premier ordre dans la rectification du coëfficient de dilatation de l'air, obtenue simultanément par Régnault et par lui, y est nettement établie et son rôle scientifique heureusement rappelé. Il y est fait allusion à l'hospitalité encore toute récente dont l'étudiant conserve un souvenir reconnaissant.

De retour chez ses parents, en 1867, Sarasin ne tarda pas à accepter, avec grand empressement, la proposition d'Auguste de la Rive de l'associer aux recherches expérimentales qu'il poursuivait dans le modeste laboratoire qu'il avait monté dans un petit appartement, au rez-de-chaussée de sa maison de la rue de l'Hôtel-de-Ville. C'est là qu'il a travaillé durant les dix dernières années de sa vie. Ce n'est qu'après deux ou trois ans de cette initiation au travail expérimental que Sarasin se hasarda à publier un premier mémoire personnel sur *la phos-*

phorescence des gaz raréfiés après le passage de la décharge électrique.

Des relations de famille avaient leur part dans la prédilection que montrait le savant éminent, dont la réputation était européenne, pour le jeune homme qui venait de terminer ses études, mais certaines analogies de caractère l'expliquaient aussi et ajoutaient à l'intérêt scientifique des heures de laboratoire le charme d'une association de tout point sympathique. De la Rive retrouvait chez ce jeune collaborateur cet optimisme presque inconscient qui tient une si large place dans la vie de ceux qui le possèdent et leur facilite toutes leurs tâches. Expérimentateur très adroit lui-même et doué à un haut degré du sens par lequel le physicien saisit le point important d'une question, il fut pour Sarasin un guide excellent. Les physiciens d'aujourd'hui se feraient difficilement une idée des difficultés d'un travail expérimental sur les gaz raréfiés il y a quelque cinquante ans et de tout ce que les progrès de l'outillage ont réalisé pour cette branche spéciale de la science. Néanmoins, ces recherches, qui ont été dépassées, sont encore bonnes à consulter. Que de fois celui qui écrit ces lignes a entendu Sarasin rappeler avec un véritable enthousiasme ces heures de collaboration avec Auguste de la Rive; il ne tarissait pas sur le charme de sa conversation, sur les ressources de son esprit et de sa mémoire. Il semblait retrouver dans ses souvenirs un idéal à réaliser.

Le mémoire sur la phosphorescence des gaz. phénomène que Becquerel avait étudié dans les tubes de Geissler, montre avec grande probabilité qu'il faut l'attribuer à l'oxygène ou mieux à l'ozone produit par la décharge. Les gaz composés de l'oxygène sont les seuls à y donner lieu et l'absorption de l'ozone par de la poudre d'argent préparée à l'aide de l'acide formique au fur et à mesure de sa production, ne le laisse presque pas subsister. Les travaux subséquents sont en collaboration; il s'agit de l'action du magnétisme sur la décharge, soit qu'on étudie son influence sur la densité du gaz raréfié, soit qu'on observe le mouvement de rotation du jet lumineux autour de l'axe de l'électro-aimant.

L. Soret, dans sa biographie de A. de la Rive, résume ainsi les résultats : Quand on fait passer un jet électrique équatoria-

lement entre les pôles d'un électro-aimant, on observe une augmentation de résistance très considérable ; au contraire, si le jet est dirigé axialement, la résistance diminue notablement. Lorsque le jet est mis en rotation, il entraîne avec lui l'air de la cloche et peut communiquer son mouvement à des corps légers ; la vitesse atteint cent tours par seconde.

En 1875, Sarasin se joignit à Louis Soret pour continuer les recherches optiques que ce dernier avait précédemment entreprises sur les propriétés optiques du quartz dans toute l'étendue du spectre en employant l'oculaire fluorescent, inventé par Soret. Ce procédé consiste essentiellement à placer au foyer de la lunette du spectroscope une lame fluorescente que l'on observe par un oculaire incliné sur l'axe de la lunette. Moyennant cette disposition, les bandes noires dans le spectre que l'on fait coïncider avec une certaine raie du spectre solaire peuvent aller jusqu'à la raie *N* dans l'ultra-violet. Les résultats sont consignés dans deux mémoires, publiés dans les *Archives*. En atteignant ainsi une portion du spectre inusitée, les résultats permettaient de vérifier la formule qui relie le pouvoir rotatoire à la longueur d'onde ; effectivement, la formule avec deux constantes se trouvait insuffisante et une autre expression plus complexe s'accordait avec ces nouvelles mesures.

Plus tard, Sarasin, dans un travail pour lequel, contrairement à son habitude, il ne chercha pas de collaborateur, détermina les indices ordinaire et extraordinaire du quartz. C'est avec un prisme à arêtes parallèles à l'axe du cristal de 60 degrés d'angle réfringent qu'il expérimenta. Il remarque que bien que les deux spectres ordinaire et extraordinaire se superposent en partie, il suffit de mettre la lunette bien au point pour ne point risquer d'être gêné. Il a prolongé l'échelle des raies obtenues avant lui en observant, au-delà de la raie du Cadmium, une raie fournie par le zinc et ensuite trois raies fournies par l'aluminium. Ces deux séries de recherches ont été publiées dans les *Archives*. Il a ensuite étendu son travail à la détermination de l'indice de réfraction du spath d'Islande et du spath fluor.

Les questions de physique qui, sans être du ressort de la météorologie proprement dite, sont cependant dans une dépendance directe de la nature et s'imposent à l'attention des

savants de notre pays, tels en particulier que le mouvement de l'eau des lacs et leur transparence, intéressaient Sarasin et le captivaient. Je me souviens que durant une visite que je faisais au Grand-Saconnex il me mena au bout de ses champs voir un baromètre d'une construction toute rustique. Qu'on me permette ici une digression en rappelant, en parlant d'Edouard Sarasin, ce qu'était pour lui sa campagne du Grand-Saconnex.

Ses amis genevois et les savants étrangers qui, à leur passage à Genève, recevaient dans cette demeure l'hospitalité à laquelle présidait Mme Sarasin, avec la cordialité et la simplicité qui lui étaient naturelles, associent le souvenir d'Ed. Sarasin à cette campagne voisine de Genève, mais où l'on jouit de la tranquillité des champs. Ce sont des prés parsemés de grands chênes, s'étalant sur un pli de terrain qui descend vers le Jura et qui se relève vers la montagne par un rideau de bois étagés. Cette grande propriété rurale satisfaisait complètement ses goûts d'agriculture et réalise un certain idéal de paysage genevois qu'un peintre de talent, Léon Gaud, a fixé pour lui sur la toile. Devenu de bonne heure propriétaire, Sarasin fut nommé maire de sa commune à vingt-six ans, et ces fonctions très astreignantes, mais dont l'importance dans le domaine moral des relations entre les habitants d'une même commune ne peut être contestée, il les a exercées pendant quarante-cinq ans avec un inlassable dévouement. Les Genevois se rappellent de quelle touchante cérémonie sa démission, il y a un an, fut accompagnée, quand les autorités cantonales se joignirent aux ressortissants du Grand-Saconnex pour exprimer leurs regrets et leur reconnaissance.

Le baromètre dont il est question consistait en un tube de fonte vertical s'enfonçant dans le sol et plongeant dans une cavité remplie de gros cailloux. Lorsque la pression atmosphérique est en baisse, il sort du tube, à ras du sol, un courant d'air très vif. La caractéristique de ces *puits soufflants,* dont le Dr Gerlier avait donné récemment la description dans les *Archives* est d'être forés dans un lit de gravier, formant par les vides entre les cailloux, une sorte de masse spongieuse qui retient l'air. Ed. Sarasin qui s'occupait, comme on le verra plus loin, de la radioactivité que le sol communique à l'air, avait dans ce

but profité d'un lit de gravier dans le sous-sol de l'un de ses champs et ses observations avaient corroboré son hypothèse que l'air sortant du puits était notablement plus radioactif que l'air au-dessus du sol. En l'écoutant, je compris que ses goûts scientifiques s'associaient ici au plaisir qu'il se donnait volontiers d'être en contact avec la nature et sa diversité de manifestations et je retrouve cette impression en relisant l'introduction de son discours présidentiel à la session de la Société helvétique des Sciences naturelles, à Genève, en 1904. Ce discours avait pour sujet « l'Histoire des Seiches », ce balancement de l'eau du lac observé surtout sur le Léman, et Sarasin, rappelant le spectacle grandiose que ce lac offre au regard, vu du sommet du Jura, parle de *cette nappe d'eau majestueuse que des pulsations régulières font participer à la marche du temps.*

En 1879 Sarasin collaborait avec F.-A. Forel et Ph. Plantamour à l'étude du phénomène des seiches. On doit à Forel d'avoir le premier établi, soit par ses observations à Morges, soit par ses expériences directes sur le balancement artificiel de l'eau dans des bassins allongés, les lois des oscillations lacustres. La théorie mathématique et en particulier le travail remarquable de l'ingénieur P. du Boys, paru dans les *Archives,* en 1891, confirma ses résultats. Dans le bel ouvrage si connu, « Le Léman », on trouve mentionné avec soin la part de Sarasin dans l'extension qu'a prise l'observation des oscillations lacustres, due à l'emploi qu'il a fait lui-même d'un limnimètre enregistreur transportable de son invention et à l'adoption de cet instrument par d'autres observateurs.

Ces intruments, qui sont une variante du maréographe utilisé depuis longtemps, consistent en une tige verticale montée sur un flotteur, tige qui porte à sa partie supérieure un crayon devant lequel se déroule un papier conduit par un mouvement d'horlogerie. Le niveau de l'eau dans laquelle nage le flotteur est repéré à chaque instant et les oscillations du niveau enregistrées. Pour un limnimètre à poste fixe, on creuse un puits dans le voisinage immédiat du lac, dont la communication avec le niveau du lac est assurée par un tube de diamètre suffisant. Le limnimètre transportable porte avec lui un grand cylindre ouvert à ses deux bouts qui plonge dans le lac et remplace le

puits dans lequel le flotteur nage. De plus, la caisse contenant l'enregistreur et son horloge est protégée suffisamment contre les intempéries et il suffit, pour installer l'instrument, de la poser sur le mur d'une terrasse donnant sur le lac.

C'est ce que fit Sarasin à la Tour de Peilz, dans une propriété appartenant à sa mère, et les observations qui résultent du travail entrepris simultanément par Ph. Plantamour, à Sécheron, et par lui, faites par conséquent aux deux extrémités du lac, ont une importance décisive, en constatant la simultanéité inverse des deux mouvements. Dans le mémoire publié en 1874, les conclusions sont les suivantes :

Les oscillations les plus lentes, celles de 73 minutes, quand on peut en observer une série à Vevey, sont en opposition simultanée avec celles de Genève. Ce sont les uninodales ; leur hauteur est le quart ou le cinquième de celles à Genève. Les binodales, ou oscillations de 35 minutes, ont la même hauteur à Vevey et à Genève et sont synchrones. Il en résulte qu'il faut bien, comme on l'a déjà fait, les interprêter à Genève par la superposition des deux oscillations. Ce fut là un *experimentum crucis* qui ne laissa pas de doute sur le mode alternatif de balancement du bassin.

Le lac de Neuchâtel, bien qu'en apparence de forme régulière, ne donna que des tracés imprécis et des séries peu nombreuses. Ce résultat négatif avait sa valeur en confirmant la théorie mathématique, d'après laquelle un relief irrégulier du fond du bassin ne permet pas à un mouvement régulièrement périodique de s'établir ; en effet, le fond du lac de Neuchâtel est subdivisé par une sorte de colline sous lacustre. En revanche, le lac des Quatre-Cantons, malgré sa forme en croix, oscille dans les deux sens avec régularité. Sarasin fit des observations à Yverdon et à Neuchâtel, puis à Lucerne et à Kussnacht, et laissa à d'autres le soin de poursuivre ces recherches. Des limnimètres transportables ont été installés en d'autres localités, soit en Suisse, soit en Allemagne.

La Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève avait constitué une commission pour l'étude de la transparence de l'eau du Léman, dont Ed. Sarasin et H. Fol faisaient partie. En 1888, ces deux savants déterminèrent dans le grand lac,

en avant d'Evian, la limite de la profondeur de la pénétration de la lumière. Tandis qu'avant eux on s'était borné à immerger des plaques photographiques, une fois la nuit venue, et à les retirer la nuit suivante, ils employèrent un appareil spécial, une boîte métallique dans laquelle la plaque était soustraite à la lumière durant sa descente et qui s'ouvrait automatiquement à la profondeur voulue. Les plaques étaient en gélatino-bromure rapide. Des résultats précis et importants se résument de la manière suivante :

La lumière pénètre, en septembre, à 170 mètres de profondeur, et la force d'éclairage est comparable à celle d'une nuit claire sans lune.

A 300 mètres, l'éclairage est nul.

En septembre, par un temps couvert, la pénétration est plus forte qu'en août par un ciel clair, ce qui est probablement dû à la moindre quantité de sable tenue en suspension.

Ces expériences furent répétées avec le même appareil par Fol et Sarasin, à bord d'un aviso de la marine française, au large de la rade de Villefranche dans la Méditerranée. La pénétration de la lumière descend plus profondément dans la Méditerranée que dans le lac Léman; les couches situées à 300 mètres de profondeur sont éclairées toute la journée, quelque soit l'angle du soleil, et la pénétration ne s'arrête qu'à 400 mètres de profondeur.

Ed. Sarasin a ainsi notablement agrandi les limites de nos connaissances exactes, en ce qui concerne le rôle de l'absorption de la lumière par l'eau des lacs et de la mer sur les côtes méridionales de la France.

En 1889, Hertz publia dans les *Annalen der Physik* son célèbre mémoire *sur les oscillations électriques très rapides,* et c'est deux ans plus tard, qu'il résuma pour les *Archives* ses recherches sur l'onde électrique, à la demande de Sarasin. Il est moins aisé qu'on le suppose après coup de saisir la portée d'une découverte, si brillante soit-elle. S'agissait-il d'une extension des découvertes de Lodge et de Feddersen des décharges alternantes de la bouteille de Leyde? En quoi Hertz confirmait-il, sans contestation possible, la théorie de Maxwell? Il aurait fallu comprendre immédiatement que l'excitateur don-

nait une décharge oscillante cent fois plus rapide que ce qu'on avait obtenu jusque-là et que le résonateur décelait l'onde électrique se propageant dans l'air. En 1889, Sarasin revenait de Bâle et y avait reçu de Hagenbach des renseignements circonstanciés sur la découverte du professeur de Bonn ; il me les communiqua quand je le rencontrai et nous résolûmes de répéter ces expériences qui n'exigeaient pas des appareils bien compliqués.

Ce fut dans le laboratoire que Soret et Sarasin s'étaient réservé dans les bâtiments de la Société du Chemin Gourgas[1] que Ed. Sarasin et L. de la Rive poursuivirent leurs recherches durant deux années consécutives. La première partie de leur travail porta sur la propagation de l'onde le long de deux fils conducteurs, se terminant d'une part vis-à-vis des deux capacités de l'excitateur ou primaire par deux plaques métalliques et laissées isolées à leur autre extrémité. L'onde se réfléchit à l'extrémité isolée d'une manière analogue à ce qui se passe pour l'onde sonore à l'extrémité d'un tuyau ouvert et il en résulte une onde électro-magnétique stationnaire, avec des nœuds et des ventres. Ces minima et maxima d'action inductrice, actionnant le résonateur circulaire dont le plan est normal à la direction des fils et qui est déplacé en maintenant son centre sur l'axe des deux fils, donnent lieu à l'extinction et à la réapparition de l'étincelle. L'internœud mesure, comme on le sait, la demi-longueur d'onde. Le type de primaire employé par Hertz comportait deux capacités qui sont des sphères de 15 cm. de diamètre et des tiges de laiton de 6 mm. de diamètre et de 60 cm. de longueur, terminées par deux petites sphères entre lesquelles éclate l'étincelle. Sarasin et de la Rive employèrent ce primaire et aussi d'autres primaires de dimensions plus petites. Quant aux trois résonateurs circulaires employés, leurs dimensions furent 75 cm., 50 cm. et 36 cm. de diamètre. Les internœuds qu'ils trouvèrent, en particulier avec le premier, avaient sensiblement la même valeur que celle mentionnée par Hertz, 2.95 m. au lieu de 3 m. Par contre, la dépendance entre le primaire et le secondaire ne présentait pas le

[1] On désigne souvent ainsi la Société pour la Construction des Instruments de Physique et de Mécanique.

caractère de précision qu'on aurait pu lui supposer; l'intensité de l'effet dans les maxima était bien un peu plus grande quand, avec le cercle de 0,75, on employait le grand primaire; mais ce même cercle, avec un primaire différent, conservait le même internœud et il en était de même pour les autres résonateurs. A ce fait, qui avait son importance, ils donnèrent la désignation de *résonance multiple* et il suffit de remarquer ici qu'elle ne permet pas de préciser la longueur d'onde d'une onde émise par le primaire laquelle peut être calculée théoriquement, mais seulement celle de tel ou tel secondaire. En d'autres termes, l'accord de résonance, plus ou moins complet entre le primaire et le secondaire, ne se traduit pas par un changement de la longueur d'onde mesurée par le secondaire.

La propagation dans l'air fut ensuite étudiée par le même procédé. Dans ce cas, c'est la réflexion normale sur une paroi métallique qui donne lieu à l'onde stationnaire. Les dimensions du miroir métallique que comportait le local n'étaient pas suffisantes pour obtenir des résultats précis, car la longueur de ce miroir, 2.80 m., était inférieure à une demi-longueur d'onde du grand résonateur. Néanmoins, pour les cercles de petit diamètre, plusieurs nœuds consécutifs permettaient de constater que la propagation dans l'air avait la même vitesse que le long des fils. En 1893, sur le préavis favorable de Th. Turrettini, les expérimentateurs obtinrent la permission de poursuivre ces recherches, à une beaucoup plus grande échelle, dans l'Usine des Forces Motrices du Rhône. La surface métallique réfléchissante était un rectangle de 8 m. de haut sur 16 de large. Pour observer l'étincelle à des distances variables du miroir le long de la normale de cette surface, à 4 m. au-dessus du sol, on établit un pont sur chevalets recouvert d'un léger bâti entouré de papier noir interceptant complètement le jour, et dans l'intérieur duquel se trouvait le banc de mesure à coulisse où l'on faisait glisser le résonateur. Le primaire actionné par une bobine Rhumkorff de 56 cm. de long était placé au-delà du bâti et, pour le résonnateur de 0,75 m., on put obtenir deux nœuds consécutifs à 3 m. et à 6 m., reliés par une courbe d'intensité de l'étincelle qui établissait nettement l'existence de l'onde stationnaire. En employant le cercle de 0,36 cm. dont l'inter-

nœud est de 0,70 m., une expérience démonstrative de l'onde stationnaire put être montrée aux quelques personnes qu'attiraient la curiosité scientifique. En faisant glisser le cercle d'un bout à l'autre du banc à coulisse, on obtenait onze apparitions et extinctions successives sur une longueur d'un peu plus de 7 m.

Les conclusions furent que *les résonateurs avaient un internœud constant dans l'air, comme le long des fils conducteurs et que la vitesse de propagation était la même.*

Sarasin et de la Rive avaient, dans l'exposé de leurs recherches, admis comme explication que l'onde du primaire était elle-même *multiple* et ils en avaient correspondu avec Hertz. Je trouve ici l'occasion de citer quelques fragments d'une lettre du grand savant :

« Je vois bien que les faits semblent tout à fait confirmer votre opinion, qu'ils paraissent même ne pas laisser subsister une autre opinion. Si néanmoins, j'ai quelques doutes et que je ne peux pas quitter définitivement l'opinion que je me suis faite moi-même sur ces choses, voici mes raisons :

1° Il me semble démontré par les faits de la résonance qu'il y ait une oscillation prépondérante qui dépend des dimensions, etc., du primaire et il ne semble pas que vos observations me renversent du tout ce fait.

2° La même chose est produite par la théorie. En effet, la théorie conduit, peut-être, à un résultat erroné quantativement, mais la théorie qui donne des résultats absolument exacts pour des vibrations de un million par seconde (bouteille de Leyde) ne doit pas être supposée tout à fait fausse pour des vibrations de cent millions par seconde.

3° En acceptant qu'il y ait une seule vibration du conducteur primaire, mais qui décroisse rapidement; je suis pourtant en état de donner une explication des faits observés par vous. »

C'est en effet l'opinion qui a prévalu et qui a été l'objet d'une théorie mathématique publiée par Poincaré dans les *Archives*.[1]

Il y aurait dans le résonateur circulaire deux oscillations, l'une synchrone avec celle du primaire, mais à très fort amor-

[1] « Sur la résonance des oscillations herziennes. » *Archives*, juin 1891.

tissement, et l'autre qui ne dépendrait que des dimensions du cercle et à amortissement beaucoup moindre. C'est celle-ci qui est la seule en jeu dans les expériences. Peut-être, en outre, cette oscillation du secondaire est-elle elle-même réfléchie par le miroir, en donnant lieu à l'onde stationnaire ?

Voici encore une lettre qu'il me semble intéressant de citer ici. Elle est de Sarasin et m'est adressée.

« Je croyais me rappeler que nous nous étions donné rendez-vous hier au laboratoire et j'y ai été à 9 heures ; m'y trouvant, je me suis mis à travailler et j'y ai passé tout le matin. Vous aviez manifesté le désir que nous fissions une nouvelle série sur le cercle de 0,50 pour constater si nos résultats de l'autre fois se confirmaient. J'ai donc commencé par là et je transcris de l'autre côté les résultats. »

Suivent les chiffres pour le cercle de 0,50 m. et pour celui de 0,25 m.

« Dans ces conditions, le cercle de 0,25 m. donne des résultats extraordinairement nets. Les incertitudes qui accompagnent les expériences avec les grands cercles disparaissent complètement avec les petits. J'ai eu grand plaisir à les retrouver après ceux-ci. J'aimerais que vous partagiez cette jouissance et la sécurité qu'elle inspire et qui, je dois le dire, m'est entièrement et absolument revenue en ce qui concerne les petits cercles. »

Avant de quitter le sujet, j'ai à mentionner des recherches faites en collaboration avec M. Kr. Birkeland *sur la réflexion de l'onde électrique au bout d'un fil qui se termine par une plaque métallique*. En explorant avec un petit résonateur circulaire le champ autour des fils et localisant en particulier la position des nœuds de l'onde stationnaire en s'éloignant latéralement du fil, les expérimentateurs ont trouvé que cette répartition semble impliquer que si le premier choc de l'onde arrive par un rayonnement parrallèle au fil, le choc de retour arrive par un rayonnement angulaire partant de l'extrémité du fil. On conclut de là, dans la théorie des tubes électriques en mouvement, que ce mouvement subit un retard angulaire à partir de l'extrémité du fil, en tournant autour de la plaque. Ces recherches ont été communiquées à la Société de Physique et d'His-

toire Naturelle en 1894. Elles ont aussi fait l'objet d'une note insérée dans les *Comptes-Rendus* de l'Académie des Sciences de Paris.

J'ai parlé de la Société pour la Construction des Instruments de Physique. C'est l'occasion de rappeler que Sarasin resta président de son Conseil d'Administration pendant une très longue période. Il savait assez la haute valeur du directeur, Théodore Turettini, pour lui laisser toute liberté dans l'exercice de ses fonctions et s'associait avec grande satisfaction au développement de cette entreprise commencée très modestement. En particulier, il a toujours encouragé les proportions prépondérantes qu'avait prises les ateliers pour la grosse mécanique, seule ressource de profits pour la Société et lui rendant possible de produire des instruments de précision, ce qui est très onéreux, malgré les prix élevés demandés aux clients. Une des dernières sorties de Sarasin a été pour se rendre à son Conseil d'Administration.

C'est aussi dans les bâtiments de cette Société que Sarasin avait conservé un laboratoire, lorsque celui dont j'ai parlé plus haut avait dû disparaître pour faire place à de nouvelles constructions. Les recherches d'une date récente, en collaboration avec M. Th. Tommasina, et aussi M. J. Micheli, ont porté sur les phénomènes de radioactivité induite, découverte par MM. Elster et Geitel.

La première communication relative à ces expériences a été faite à la Société de Physique de Genève, en novembre 1904. L'effet *Elster et Geitel* consiste dans le fait suivant : Un fil conducteur tendu dans l'air, isolé et maintenu à un potentiel électrique, disons de quelque mille volts, négatif ou positif, est ensuite enroulé en spirales sur un cylindre en grillage de fer, qui entoure la capacité d'un électroscope. Cet électroscope reçoit une charge dont la chute est indiquée par la diminution d'écartement des feuilles d'aluminium. L'appareil, inventé par Exner, permet la mesure de l'angle par la réflexion dans un miroir. Le résultat de l'observation est la courbe de désactivation dont les ordonnées sont la perte de charge de l'électroscope et les abscisses, les durées à partir d'un instant initial jusqu'à celui de l'observation. Ces courbes sont des exponentielles

comme celles de la chute de l'activité induite par l'émanation de corps radioactifs.

Après avoir répété l'expérience fondamentale, Sarasin et Tommasina ont étudié un phénomène qu'ils ont constaté les premiers, le dédoublement de la courbe, suivant que l'électroscope est chargé négativement ou positivement et la courbe correspondante est désignée par négative ou positive. La positive est plus élevée, c'est-à-dire qu'elle implique une désactivation plus rapide ; ce dédoublement semble indiquer que la radioactivité temporaire contient, comme celle des corps radioactifs, les deux émissions typiques, α et β.

Ce dédoublement de la courbe a donné lieu à des recherches, poursuivies durant plusieurs années, dont les résultats ont été consignés dans un mémoire publié dans les *Archives* et aussi dans un exposé faisant partie des publications du Congrès de Liège pour l'étude de la Radiologie et l'Ionisation, en 1905, auquel Sarasin et Tommasina avaient pris part. Les principales conclusions sont les suivantes :

1° Un corps quelconque, qui a été radioactivé sans charge électrique par simple exposition à l'émanation d'un sel de radium, ne donne qu'une courbe.

2° Un conducteur nu, radioactivé avec charge électrique, ne donne non plus qu'une courbe.

3° Un conducteur recouvert d'une couche isolante et radioactivé avec charge négative donne deux courbes, dont la positive, d'abord très basse, monte jusqu'à rejoindre la courbe négative et ensuite se confond avec elle.

4° Si la charge électrique est positive, les deux courbes se substituent l'une à l'autre.

D'autre part, l'interposition d'un écran en toile métallique sur le passage de l'action dispersive, produit le dédoublement de la courbe et la courbe positive est au-dessus ou au-dessous de la courbe négative, suivant que le fil est nu ou radioactivé sans charge ou couvert d'une couche isolante et radioactivé avec charge négative.

L'interposition de la toile métallique a conduit Sarasin et Tommasina à constater *un phénomène semblable à l'effet Volta à l'aide de la radioactivité induite*. Dans l'intérieur du cylindre en

cuivre formant l'enceinte de l'électroscope, on place diverses cloches en grillage, lesquelles, reposant sur le support métallique de l'enceinte, renferment la capacité de l'électroscope dans une cage de Faraday. Si la cloche grille, ou ce qui revient au même, un écran troué est du même métal que la feuille radioactivée que l'on a accrochée sur elle, on n'a qu'une seule courbe. Si ce sont deux métaux différents, on obtient deux courbes quand on change le signe de la charge. De plus, si la feuille est en cuivre et l'écran troué en zinc ou aluminium, la couche positive est toujours au-dessus de la négative ; l'inverse a lieu si l'on substitue l'un à l'autre les métaux de la feuille et de l'écran. Rapprochant ces faits de ceux observés précédemment en enduisant le fil radioactivé d'un diélectrique ou en le laissant nu, Sarasin et Tommasina concluent à une couche d'oxyde sur le métal oxydable, due à *l'état de facile oxydation* dans lequel il se trouve par le fait du contact avec un métal électronégatif par rapport à lui. Cet oxyde forme une couche superficielle diélectrique.

Les recherches subséquentes, qui ont été l'objet d'une nouvelle note insérée dans les *Comptes-Rendus* de l'Académie des Sciences de Paris, sont de nature à expliquer l'augmentation ou la diminution de rapidité de la désactivation par l'existence d'un courant de pile, s'établissant à travers l'air ionisé et dû au contact de deux métaux formant un couple. Ces recherches intéressantes remettent en question la double théorie du contact et de l'action chimique.

On doit encore à Sarasin quelques recherches sur le même sujet, en particulier celles sur la conductibilité de l'air, faites à l'aide de l'électroscope sur le Jura, à son chalet de la Ménaz, où il aimait à passer la fin de l'été et à recevoir ses amis. Aussi celles en collaboration avec M. C.-E. Guye et M. J. Micheli, sur la radioactivité des eaux de Lavey-les-Bains, qui ont été trouvées radioactives dans une importante proportion et celles sur la radioactivité de l'air sortant d'un puits souffleur beaucoup plus énergiqne que celle de l'air environnant.

Comme directeur des *Archives des Sciences physiques et naturelles,* Sarasin a mis à contribution durant la plus grande partie de sa carrière et jusqu'à la fin, l'énergie inlassable et les

qualités de tact et de savoir faire qu'il possédait à un haut degré. Le Comité de rédaction qu'il présidait avait succédé, par l'adjonction successive de personnalités scientifiques, aux quelques savants éminents qui, après la publication des *Archives de l'Electricité* par A. de la Rive, avaient unifié, sous le titre que porte notre journal, la partie scientifique de la Bibliothèque Universelle. Après la mort de J.-L. Soret, en 1890, Sarasin devint le directeur effectif du périodique et, en particulier, mit tous ses soins à trouver des collaborateurs et à entretenir avec eux des relations épistolaires et dans bien des cas des rapports personnels et amicaux. Une volumineuse correspondance atteste à quel point, dans ces fonctions complexes, si nécessaires à l'existence d'un journal et souvent si délicates, Sarasin réussissait invariablement à trouver chez ses correspondants une adhésion empressée à ses demandes et de la déférence à ses avis. Dans bien des cas, des relations d'amitié que la science avait provoquées, s'établissaient durables entre les savants étrangers et le directeur des *Archives*. A ne citer que les lettres des savants disparus avant lui, en voici quelques extraits.

Tyndall écrit en 1884 :

« I write from my hut in the country. I shall hasten to send you the proof as soon as I have read it... I am very proud to have Madame Sarasin as my translater. Your visit to London gave my wife and me the very greatest pleasure. Best regards to my friends Soret and Favre. Though I do not see much of your Geneva friends, I think often of them. »

De Poincaré, répondant à une invitation à la session de la Société helvétique des Sciences naturelles de Genève, en 1904 :

« Le mauvais temps m'a chassé de Suisse beaucoup plus tôt que je ne le pensais et, d'autre part, diverses affaires me rappelaient à Paris. Je n'ai pu, comme je l'avais espéré, me rendre au Congrès de Genève. Veuillez m'excuser auprès de vos collègues et leur dire combien grands sont mes regrets. Et puis, vous l'avouerai-je, j'avais compté préparer une conférence aux Rasses, mais je ne m'y suis pas trouvé un seul moment dans l'état d'âme nécessaire pour cela. Mon état d'âme était plutôt

contemplatif, comme il convient d'ailleurs en face de la nature. »

De Curie, en 1904 :

« Je suis très heureux de voir reproduite dans les *Archives* de Genève la revue que j'avais écrite pour le *Journal de Chimie physique*. Je vous renvoie les épreuves à peine modifiées. Les faits nouveaux les plus intéressants, parus sur la radioactivité dans ces dernières années, ont été décrits dans l'article si intéressant de M. Geitel, qui vient de paraître dans les *Archives*, je n'ai donc pas cru utile d'en parler. »

De Ramsay, en 1908:

« Je vous transmets les épreuves que vous avez bien voulu m'envoyer. J'ai fait quelques additions et corrections. Le traducteur n'a pas bien saisi la signification de ma théorie il m'a fallu ajouter quelques lignes pour mieux préciser les idées. Les choses marchent encore; mais elles ne sont pas assez avancées pour que je puisse dire rien de nouveau; j'ai confirmé pour la quatrième fois la production d'acide carbonique du thorium; et je pense aussi d'avoir détergé en minime quantité le spectre de l'hélium dans les gaz qui en résultent. Cela doit fournir cependant les matériaux d'une communication nouvelle. »

Du physicien belge Spring, en 1905 :

« Malgré toutes les difficultés avec lesquelles j'ai été aux prises en ces derniers temps, je suis parvenu à me remettre au travail dans mon laboratoire et à oublier les soucis de la vie. Je viens de terminer quelques recherches relatives au problème de la couleur des eaux; je me permets de vous en envoyer la rédaction et vous serais extrêmement obligé si vous vouliez bien en prendre connaissance et leur accorder l'hospitalité dans vos célèbres *Archives*, dans le cas où vous jugeriez qu'elles pourraient intéresser vos lecteurs. »

J'ajoute qu'avec Hertz, que Sarasin avait été voir à Bonn et qui lui avait rendu sa visite à Genève, une correspondance assez suivie s'est établie, mais je ne puis rien en citer parce que Sarasin avait, à la mort de Hertz, rendu ses lettres à sa famille.

De 1911 à 1916, Ed. Sarasin a été président du Comité Central de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, transféré de Bâle à Genève; il a en effet succédé à M. Fritz Sarasin, dont

on se rappelle l'influence encourageante sur la marche de la Société et n'a pas été inférieur à son prédécesseur. Dans ces fonctions importantes et assez onéreuses comme travail et responsabilité, il a été secondé d'une manière efficace par M. le Prof. R. Chodat, vice-président, et par M. le Prof. Ph. Guye, secrétaire. Il a pris une part importante à l'entrée en fonctions du Sénat, création toute récente, et à l'acceptation, par l'administration permanente de la Société, des charges dues à la création du Parc National de Zernetz, sous les auspices de la Commission du Naturschutz, présidée par M. Paul Sarasin. Durant son passage à la présidence, Sarasin a, dans plusieurs circonstances, exercé une action personnelle opportune par son esprit de modération et d'impartialité.

Il a présidé la Session de la Société Helvétique, tenue à Genève en 1904, qu'il a inaugurée par son discours sur l'histoire des Seiches lacustres, dont nous avions parlé plus haut. Il a toujours été un membre assidu des sessions, soit qu'elles aient eu lieu dans un des centres intellectuels de notre pays, soit que les sociétaires fussent les hôtes de cantons des régions plus rurales de la Suisse. Il était heureux de se retrouver en contact avec les beautés de la nature alpestre et les mœurs plus simples de nos confédérés. Il a souvent contribué aux communications des séances de sections, notamment à Lugano, en 1889, où il communiqua les résultats de la résonance multiple et à plusieurs reprises, à Lucerne en particulier, ses recherches sur les Seiches.

La Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève a compté Ed. Sarasin au nombre de ses membres les plus assidus aux séances et des plus autorisés dans les discussions administratives et scientifiques. Il a toujours pris une part active à la nomination des membres honoraires et a constamment représenté la Société aux sessions de la Société Helvétique. Il a été secrétaire de la Société de 1869 à 1891 et en a été président en 1892.

Ed. Sarasin s'est intéressé aux Beaux-Arts à Genève de plus d'une façon. Il aimait la peinture et y portait, dans sa manière de la goûter, les principes un peu rigides de son esprit conservateur, ce qui ne l'empêchait pas de reconnaître le vrai talent à

quelque école qu'il appartînt. Il eut avec quelques-uns de nos meilleurs artistes des relations suivies, Van Muyden, Duval, Lugardon, Gaud et d'autres, et fit partie du Comité de l'Exposition Permanente de l'Athénée.

Au sujet de ce qu'on lui doit pour la culture des beaux-arts et en particulier pour nos collections publiques, je ne puis mieux faire que reproduire ici les renseignements qu'a bien voulu me donner M. Alfred Cartier, directeur du Musée.

« M. Sarasin a été président du groupe de l'*Art Moderne* à l'Exposition Nationale de Genève, en 1896, fonctions dont il s'est acquitté avec un dévouement et une activité inlassables. Il est l'auteur du rapport sur ce groupe, lequel a été publié dans le rapport technique de l'Exposition. En léguant au Musée d'Art et d'Histoire les deux pastels de La Tour qu'il possédait, M. Sarasin a donné, avec une rare générosité, un dernier et magnifique témoignage de l'affection qu'il portait à sa ville natale. Le portrait de la Tour par lui-même, dit à l'Œil de Bœuf, et le portrait de nègre sont deux œuvres de premier ordre, qui comptent aujourd'hui parmi les plus précieux trésors de notre Galerie des Beaux-Arts et dont la valeur vénale n'est pas moindre que leur mérite artistique. Nous lui devons aussi un charmant buste antique, qui pourrait être Caligula jeune, que M. Sarasin avait acquis à Rome et qu'il transportait toujours avec lui de Saconnex en ville. »

Dans la carrière d'Ed. Sarasin, la politique a eu sa part, non la politique passionnée et acerbe, mais celle d'un homme profondément attaché à son pays et à ses institutions, et qui ne peut accepter l'abstention dans le conflit journalier entre les partis et leurs représentants. Il était resté fidèle aux opinions libérales conservatrices, telles que les professaient nombre de Genevois de la période contemporaine de la révolution française de 1830. Il avait confiance dans le libéralisme parlementaire et aussi dans le suffrage universel, sous toutes ses formes, et il chercha à en étendre les droits. C'est ainsi qu'au Grand Conseil, dont il a été membre pendant vingt-cinq ans, il proposa, ou tout au moins appuya, l'introduction du referendum communal qui a été adopté. Cette politique de modération et de libéralisme conservateur s'opposant à des innovations qu'il

jugeait dangereuses et à des mesures trop autoritaires, il l'a défendue et cherché à faire prévaloir dans le Comité du *Journal de Genève,* dont il a été membre assidu. Il y a joué un rôle important dans les questions d'administration. J'ajoute ici que Sarasin était un intransigeant quand il s'agissait de ses convictions, mais la discussion avec lui restait toujours courtoise et son optimisme ne laissait nullement à ses interlocuteurs l'impression décourageante des opinions négatives.

Edouard Sarasin était encore, il y a deux ans, semblait-il, en pleine santé et il a résisté à la maladie qui l'a atteint avec son énergie accoutumée. Ce n'est que lorsque ses forces l'ont trahi, qu'il a cessé de remplir sa tâche habituelle. Il est mort le 21 juin, deux mois après Mme Sarasin, la compagne dévouée de sa vie, et entouré des siens, pour qui sa perte est une grande affliction. Les regrets profonds de ses amis et le vide qu'il laisse dans la communauté genevoise sont un témoignage de la place qu'il y tenait et ces pages contribueront peut-être à conserver son souvenir.

Liste des publications scientifiques d'Edouard Sarasin.

Abréviations.

Archives. — Archives des sciences physiques et naturelles.

Archives. Soc. phys. — Comptes rendus des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève publiés dans les *Archives.*

Archives. Soc. helvét. — Comptes rendus des séances de la Société helvétique des sciences naturelles publiés dans les *Archives.*

Mém. Soc. phys. — Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

C. R. — Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris.

Act. Soc. helvét. — Actes de la Société helvétique des sciences naturelles.

Electricité.

De la phosphorescence des gaz raréfiés après le passage de la décharge électrique. *Archives*, nouv. pér., t. 34, p. 243, 1869.

De l'action du magnétisme sur les gaz traversés par des décharges électriques, par A. de la Rive et Ed. Sarasin. *Archives,* nouv. pér., t. 41, p. 5, 1871 ; *C. R.*, t. 72, p. 750.

Sur la rotation sous l'influence du magnétisme de la décharge électrique dans les gaz raréfiés et sur l'action mécanique que peut exercer cette décharge, par A. de la Rive et Ed. Sarasin. *Archives*, nouv. pér., t. 45, p. 387, 1872; *C. R.*, t. 74, p. 1141.

Effets du magnétisme sur la décharge électrique lorsqu'elle se produit dans le prolongement de l'axe de l'aimant, par A. de la Rive et Ed. Sarasin. *Archives*, nouv. pér., t. 50, p. 43, 1872.

Sur la résonance multiple des ondes électriques se propageant le long des fils conducteurs, par Ed. Sarasin et L. de la Rive. *Archives*, 3me pér., t. 23, p. 113, 1890; *Archives Soc. phys.*, 3me pér., t. 23, pp. 547, 557; *C. R.*, t. 110, p. 72; *Archives Soc. helvét.*, 3me pér., t. 24, p. 383, 1890.

Intéférences des ondulations électriques par réflexion normale sur une paroi métallique, par Ed. Sarasin et L. de la Rive. *Archives*, 3me pér., t. 29, pp. 358, 441, 1893; *Archives Soc. phys.*, 3me pér., t. 29, p. 86, 1893; *C. R.*, t. 112, p. 658; *Archives Soc. helvét.*, 3me pér., t. 24, p. 383.

Sur la production de l'étincelle de l'oscillateur hertzien dans un liquide diélectrique au lieu de l'air, par Ed. Sarasin et L. de la Rive. *Archives*, 3me pér., t. 28, p. 306, 1892; *C. R.*, t. 115, p. 439.

Sur la réflexion de l'onde électrique à l'extrémité d'un fil conducteur, par K. Birkeland et Ed. Sarasin. *Archives Soc. phys.*, 3me pér., t. 30, p. 615, p. 685, 1893; *C. R.*, t. 117, p. 618; t. 118, p. 793.

Sur la télégraphie sans fils. *Archives Soc. phys.*, 4me pér., t. 4, p. 191, 1895.

Expériences faites à l'aide de l'électroscope à aspiration d'Ebert, par Ed. Sarasin, Th. Tommasina et J. Micheli. *Archives, Soc. helvét.*, 4me pér., t. 16, p. 462, 1903.

Conductibilité de l'air atmosphérique. *Archives, Soc. phys.*, 4me pér. t. 18, p. 603, 1904.

Etude de l'effet Elster et Geitel, par Ed. Sarasin, Th. Tommasina et J. Micheli. *Archives, Soc., phys.*, t. 18, p. 604, 1904; *Archives, Soc. helvét.*, t. 90, p. 440, 1905.

Radioactivité de l'air qui s'échappe des puits souffleurs. *Archives, Soc. helvét.*, 4me pér., t. 20, p. 425, 1905; *Archives, Soc. phys.*, 4me pér., t. 20, p. 603; *Archives*, 4me pér., t. 19, p. 487, 1905.

Sur le dédoublement de la courbe de désactivation de la radioactivité induite, par Ed. Sarasin, Th. Tommasina et J. Micheli. *Archives*, 4me pér., t. 24, p. 1, 1907; *C. R.*, t. 145, p. 420.

De l'effet des écrans sur toile métallique sur le rayonnement secondaire de la radioactivité induite. *C. R.*, t. 145, p. 482.

Constatation de quelques faits nouveaux en radioactivité induite, par Ed. Sarasin et Th. Tommasina. *Archives, Soc. phys.*, 4me pér., t. 31, p. 168, 1911.

Etude de l'action de la chaleur sur l'air ionisé par la radioactivité in-

duite. Constatation d'une différence de nature entre le produit de la désactivation lente et celui de la désactivation rapide, par Ed. Sarasin et Th. Tommasina. *Archives, Soc. phys.*, 4me pér., t. 31, p. 387, 1911 ; *C. R.*, t. 152, p. 434.

Constatation d'un phénomène semblable à l'effet Volta à l'aide de la radioactivité induite, par Ed. Sarasin et Th. Tommasina. *Archives, Soc. phys.*, 4me pér., t. 36, p. 284, 1913 ; *C. R.*, t. 156, p. 1968.

Constatation de deux faits nouveaux dans l'étude de l'effet Volta par la radioactivité induite, par Ed. Sarasin et Th. Tommasina. *Archives, Soc. phys.*, 4me pér., t. 41, p. 249, 1916 ; *C. R.*, t. 156, p. 1968.

Constatation d'un troisième effet Volta et confirmation de l'explication donnée par Ed. Sarasin et Th. Tommasina. *C. R.*, t. 162, p. 832.

Optique.

Sur la polarisation rotatoire du quartz, par J.-L. Soret et Ed. Sarasin. *Archives*, nouv. pér. t. 54, p. 253, 1875 ; *Archives*, 3me pér., t. 8, pp. 5, 97, 101, 1882 ; *C. R.*, t. 81, p. 610 ; *C. R.*, t. 95, p. 135 ; *Archives, Soc. helvét.*, 3me pér., t. 6, p. 247, 1881.

Indices de réfraction ordinaires et extraordinaires du quartz pour des rayons de diverses longueurs d'onde jusqu'à l'extrême ultra-violet. *Archives*, nouv. pér., t. 61, p. 199, 1878 ; *C. R.*, t. 85, p. 1230.

Indices de réfraction ordinaire et extraordinaire du spath d'Islande pour des rayons de diverses longueurs d'onde jusqu'à l'extrême ultra-violet. *Archives Soc. helvét.*, 3me pér. t. 8, p. 392, 1882 ; *C. R.*, t. 95, p. 680.

Indices de réfraction du spath fluor pour des rayons de diverses longueurs d'onde jusqu'à l'extrême ultra-violet. *Archives, Soc. helvét.*, 3me pér., t. 10, p. 303, 1883.

Sur l'indice de réfraction de l'eau de mer, par J.-L. Soret et Ed. Sarasin. *Archives*, 3me pér., t. 21, p. 509, 1889 ; *C. R.*, t. 108, p. 1248.

Sur le spectre d'absorption de l'eau, par J.-L. Soret et Ed. Sarasin. *Archives, Soc. phys.*, 3me pér., t. 11, p. 327, 1884 ; *C. R.*, t. 98 p. 624.

Pénétration de la lumière du jour dans les eaux du lac de Genève et dans celles de la Méditerranée, par H. Fol et Ed. Sarasin. *Archives*, 3me pér., t. 19, p. 447, 1888 ; *Mém. Soc. phys.*, n° 13 du vol. XXIX, part., 2, 1887 ; *Archives, Soc. phys.*, 3me pér., t. 12, p. 599, 1884 ; *Archives, Soc. phys.*, 3me pér., t. 15, p. 573, 1886 ; *C. R.*, t. 99, p. 783 ; *C. R.*, t. 100, p. 991.

Sur la transparence de l'eau. *Archives, Soc. helvét.*, 3me pér., t. 12 p. 507, 1884.

Sur un nouvel instrument pour l'étude de la pénétration de la lumière dans les mers et dans les lacs, par H. Fol et Ed. Sarasin. *Archives Soc. phys.*, 3me pér., t. 18, p. 582, 1887.

Seiches.

Limnimètre enregistreur transportable et observations à la Tour-de-Peilz près Vevey. *Archives*, 3me pér., t. 2, p. 724, 1879.

Mouvement oscillatoire du lac Léman. *Archives, Soc. helvét.*, 3me pér., t. 4, p. 383, 1880.

Sur les seiches du lac de Thoune. *Archives, Soc. helvét.*, 3me pér., t. 34, p. 369, 1895.

Les seiches du lac de Neuchâtel, par Ed. Sarasin et L. du Pasquier. *Archives, Société des sciences naturelles de Neuchâtel,* 3me pér., t. 33, p. 293, 1895.

Les seiches du lac des Quatre Cantons. *Archives, Soc. helvét.*, 4me pér., t. 4, p. 458, 1897 ; *id.*, t. 6, p. 382, 1898 ; *idem.*, t. 10, p. 454, 1900; *Archives, Soc. phys.*, t. 5, p. 389, 1898 ; *id.*, t. 10, p. 660, 1900.

Les oscillations du lac des Quatre Cantons. *Archives*, 4me pér., t. 11, p. 161, 1901.

Les oscillations des lacs, par F.-A. Forel et Ed. Sarasin. Comptes rendus du Congrès international de physique à Paris, 1900.

Discours d'introduction de la session de la Société helvétique à Genève, 1902. Sur l'histoire des seiches. *Archives, Soc. helvét.*, t. 1, pp. 3-30; *Archives*, 4me pér., t. 14, p. 330, 1902.

Sur la seiche binodale. *Archives, Soc. phys.*, 3me pér., t. 36, p. 81, 1891

Biographies. Rapports.

Notice sur la vie et les travaux de Henri-Gustave Magnus. *Archives* nouv. pér., t. 40, p. 61, 1871.

Notice nécrologique sur Charles Soret. *Archives*, 4me pér., t. 17, p. 461.

Notice nécrologique sur Albert Rilliet. *Archives*, 4me pér., t. 17, p. 661.

Rapport du président de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève. *Mém. Soc. phys.*, t. 21, p. 2, 1892.

Discours présidentiel. Histoire de la théorie des seiches. *Act. Soc. helvét.*, t. 4, pp. 3-30, 1904.

Lettre du président du Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles du 2 août 1910. *Act. Soc. helvét.*, t. 2, p. 14, 1910.

Procès-verbal de la 2me séance du Sénat. *Act. Soc. helvét.*, t. 2, pp. 6-15.

Rapport du Comité central pour l'année 1910-1911. *Act. Soc. helvét.*, t. 2, pp. 3-12.

Rapport du Comité central pour l'année 1911-1912. *Act. Soc. helvét.*, t. 1, pp. 3-16.

Procès-verbal de la 3me séance du Sénat. *Act. Soc. helvét.*, t. 1, p. 33-48.

Rapport du Comité central pour l'année 1912-1913. *Act. Soc. helvét.*, t. 2, pp. 3-19.

Procès-verbal de la 4me séance du Sénat. *Act. Soc. helvét.*, t. 1, pp. 35-51.

Rapport du Comité central pour l'année 1913-1914. *Act. Soc. helv.*, t. 1, pp. 3-19.

Procès-verbal de la 5me séance du Sénat. *Act. Soc. helvét.*, t. 1, pp. 63-71.

Rapport du Comité central pour l'année 1914 1915. *Act. Soc. helvét.*, t. 1, pp. 3-14.

Procès-verbal de la 6me séance du Sénat. *Act. Soc. helvét.*, t. 1, pp. 31-42.

Rapport du Comité central pour l'année 1915-1916. *Act. Soc. helvét.* t. 1, pp. 3-13.

Procès-verbal de la 7me séance du Sénat. *Act. Soc. helvét.*, t. 1, pp. 31-45.

Procès-verbal de la 8me séance du Sénat. *Act. Soc. helvét.*, t. 1, pp. 66-76.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ SUISSE DE GÉOPHYSIQUE

MÉTÉOROLOGIE ET ASTRONOMIE

(G. M. A.)

I. *Assemblée constitutive du 28 avril* 1917. — Affaires administratives. — A. Riggenbach. De l'attraction d'un cylindre creux pesant.

II. *Assemblée ordinaire du 11 septembre* 1917. — Affaires administratives. — A. Gockel. Polarisation de la lumière du ciel. — J. Maurer. Couronnes solaires, résultats de cinq années d'observations récentes. — R. Gautier. Centenaire météorologique du Grand Saint-Bernard. — A. de Quervain. Météorologie du Grönland et föhn de l'inlandsis. — P.-L. Mercanton, Pression des bulles gazeuses dans les glaciers. — L.-W. Collet. Etude chimique et physique du lac Ritom. — A. de Quervain. 4me rapport sur l'activité de la Commission glaciologique de la Société de Physique de Zurich. — R. Billwiller. L'échange aqueux entre l'air et le névé. — P.-L. Mercanton. Etat magnétique de basaltes grönlandais. — J. Friedländer. Régularité des distances des centres d'éruptions volcaniques. — P. Ditisheim. Distribution de l'heure de la Tour Eiffel. Introduction officielle de la division du jour en 24 heures. — P. Gruner. De la nécessité d'ériger des stations d'observations géophysiques. — P.-Th. Dufour. Projection oblique d'un terrain dessinée mécaniquement d'après une carte à courbes de niveau. — F. LeCoultre. Recherches aréographiques. — D. Korda. Nouvelle méthode d'Eötvös pour déterminer la vitesse de rotation de la terre.

I. *Assemblée générale constitutive du 28 avril 1917 à Berne.*

L'assemblée a eu lieu sous la présidence de M. Mercanton, président provisoire, dans le grand auditoire de physique de l'Université, où M. le professeur Dr Forster a bien voulu recevoir la Société. Elle a adopté des statuts conformes à la fois aux exigences de sa future activité et à sa qualité de Section de la Société helvétique des Sciences naturelles. Elle a élu son Comité définitif, pour la période 1917-1919, comme suit :

Prof. Dr P.-L. Mercanton (Lausanne), président ;
Prof. Dr A. de Quervain (Zurich), vice-président ;
Prof. A. Kreis (Coire), secrétaire-caissier.

Elle a fixé, pour 1917-1918, à 1 fr. la cotisation des membres ordinaires et au double soit 2 fr. celle des membres extraordinaires.

Les quelques instants dérobés à la discussion des questions administratives ont été consacrés aux exposés scientifiques de M. O. Lütschg (Berne), qui a montré une série de photographies de glaciers en crue, et de M. A. Riggenbach (Bâle), dont l'étude théorique est résumée ci-dessous :

A. Riggenbach (Bâle). — *De l'attraction d'un cylindre creux pesant.*

I. Soit un corps massif homogène, limité par deux surfaces cylindriques circulaires coaxiales de rayons a et b ($a > b$) et deux plans perpendiculaires à l'axe commun des cylindres, à la distance T. Soit à déterminer l'attraction de ce cylindre creux sur un point P de son axe situé à la distance H du point frontal le plus voisin et en dehors du cylindre ; on se sert ordinairement de la formule [1] :

$$A = \mu \left[\sqrt{a^2 + (H+T)^2} - \sqrt{a^2 + H^2} - \sqrt{b^2 + (H+T)^2} + \sqrt{b^2 + H^2}\right] \quad (1)$$

où μ est une constante physique.

La formule ci-dessus a deux désavantages : d'une part, dans le calcul numérique, tandis que les divers termes entre parenthèses apparaissent plutôt grands, ils se détruisent à peu près dans leur addition de sorte qu'il faut calculer les racines carrées avec beaucoup plus de décimales que n'en comporte le résultat définitif ; d'autre part la différentiation de l'expression A par rapport à l'une des grandeurs de droite n'aboutit à aucune formule simple et la relation fonctionnelle entre l'attraction et l'écartement H, en particulier, ne se présente pas simplement.

II. L'auteur part de l'attraction d'une tige cylindrique pleine, de rayon a, limitée d'un côté seulement par un plan et indéfiniment allongé de l'autre côté. A la place de l'écartement H de la surface terminale on introduit comme nouvelle variable, par la relation

$$tg\ \varepsilon_a = \frac{H}{a} \quad (2)$$

l'angle ε_a d'un diamètre de la surface terminale avec le rayon vecteur mené au point P par une extrémité du dit diamètre. L'attraction A_0 de la tige sur P est alors :

$$A_o = \mu\, a\, tg \left(45^\circ - \frac{\varepsilon_a}{2}\right) \quad (3)$$

[1] Helmert, *Höhere Geodäsie* II p. 142 et Th. Niethammer : « Zur Theorie der isostatischen Reduktion der Schwerebeschleunigung. » Verhandlungen d. Naturf. Ges. zu Basel Bd 28 II p. 206 et suivantes.

Si on introduit des grandeurs auxiliaires par

$$tg\ \varepsilon_b = \frac{H}{b}\ ;\ tg\ \eta_a = \frac{H+T}{a}\ ;\ tg\ \eta_b = \frac{H+T}{b} \tag{4}$$

on obtient à la place de (1) l'expression

$$A = \mu\,(a-b)\left[\frac{\cos\dfrac{\varepsilon_b+\varepsilon_a}{2}}{\cos\dfrac{\varepsilon_b-\varepsilon_a}{2}} - \frac{\cos\dfrac{\eta_b+\eta_a}{2}}{\cos\dfrac{\eta_b-\eta_a}{2}}\right] \tag{5}$$

La présence du facteur $(a - b)$ c. à d. de l'épaisseur de la paroi du cylindre, au lieu des rayons, dans la pratique notablement plus grands en général, met en relief l'avantage de la nouvelle formule pour le calcul numérique.

III. Par différentiations successives de (3) par rapport à H, en tenant compte de (2), on obtient pour un quotient différentiel d'ordre quelconque :

$$\frac{d^{2n}A_0}{d\ H^{2n}} = \frac{\mu}{a^{2n-1}}\sum_{p=1}^{p=n}(-1)^{p+1}\alpha_p^{(n)}\cos\ \varepsilon_a^{\ 2n+2p-1} \tag{6}$$

où

$$a_1^{(n)} = \frac{(2n)!}{2}$$

et pour $p > 1$:

$$\alpha_p^{(n)} = \frac{(2n)!}{2^p p!}\binom{n-1}{p-1}(2n+1)(2n+3)\ldots.(2n+2p-3) \tag{7}$$

où $p!$ est la faculté et $\binom{n-1}{p-1}$ un coefficient binomial.

Les valeurs numériques des $\alpha_p^{(n)}$ s'obtiennent plus commodément par une formule de récurrence.

On peut développer A_0 et A, à l'aide de (6), suivant la série de Taylor en une série progressant avec les puissances de H et l'on peut facilement représenter graphiquement l'allure de A_0 et A en fonction d'H.

IV. La discussion des résultats montre, entr'autres, que l'attraction d'une plaque en forme de cylindre creux atteint à une certaine hauteur H_m au-dessus de la base inférieure un maximum ; la hauteur H_m se tire de (5) et des quotients différentiels successifs de A par approximations successives.

V. Le coefficient μ dépend de la densité θ de la masse attirante et de la constante de gravitation K^2

$$\mu = 2\pi K^2\theta$$

On calcule ordinairement K^2 à partir du rayon terrestre moyen

R = 6371 km et de la densité moyenne de la Terre $\theta_m = 5{,}52$, par la relation :

$$K^2 = \frac{3}{4\pi R} \frac{g}{\theta_m}$$

Il faut remarquer cependant que, comme Newcomb [1] l'a déjà montré, et comme il arrive la plupart du temps, ce n'est pas une valeur moyenne de l'accélération gravique qu'il faut prendre mais bien celle qui correspond à la latitude géographique

$\varphi = \arcsin \frac{1}{\sqrt{3}}$, soit $g = 982{,}0$ cm. sec^{-2} (Système de Potsdam)

d'où

$$2\pi K^2 = 0.4188 \times 19^{-6} \text{ sec}^{-2}$$

II. *Assemblée générale ordinaire du 11 septembre 1917, à Zurich.*

La séance a lieu dans l'auditoire de géographie de l'Université de Zurich. 34 participants. Après une courte introduction de M. le Dr Maurer, Directeur du Bureau météorologique fédéral, au nom de la Société helvétique des Sciences naturelles, M. Mercanton prend la présidence. Il expose brièvement l'œuvre de l'Assemblée générale constitutive de Berne et se félicite de ce que la jeune Société ait dépassé déjà le nombre de 70 membres puis que son activité s'exprime déjà par un programme de communications scientifiques d'une variété et d'une richesse réjouissantes. Ce programme se déroule ensuite normalement. L'assemblée, après une discussion nourrie, fait sienne à l'unanimité une proposition de M. P. Ditisheim (La Chaux-de-Fonds) demandant au Conseil fédéral d'adopter la numération des heures suivant la division du jour en 24 heures. (Voir communication Ditisheim N° 11).

L'assemblée signe une adresse de félicitation rédigée par M. R. Gautier (Genève), aux Religieux du Gd St-Bernard, qui célèbrent cette année le centenaire des observations météorologiques de cette station élevée.

La séance est interrompue exceptionnellement pour permettre aux membres de la G. M. A. qui y tiennent d'aller entendre l'exposé du Prof. Dr Hilbert (Göttingen) sur « Le penser axiomatique ». Un déjeûner modeste réunit ensuite les participants aux « Forgerons ».

A la fin de la séance de relevée les membres de la Société suisse de géophysique, météorologie et astronomie ont la fortune, dans

[1]) Newcomb : The Elements of the four inner Planets and the fundamental Constants of Astronomy. Washington 1895, p. 192.

les locaux de physique de l'Université, de voir faire par M. D. Korda, l'expérience élégante par laquelle le baron Eötvös détermine, au laboratoire, la vitesse de rotation de la Terre. Cette primeur scientifique est extrêmement appréciée des assistants qui en expriment leur reconnaissance à M. Eötvös par son habile porte-parole M. Korda (Voir communication N° 15).

1. A. Gockel (Fribourg). — *Polarisation de la lumière du ciel.*

La présente étude a été entreprise pour vérifier la conjecture faite ailleurs qu'il existe, d'une part, une relation entre la polarisation de la lumière du ciel et l'activité du soleil et, d'autre part, une relation aussi entre la polarisation et certains phénomènes électriques tels que la propagation des ondes hertziennes et les fluctuations rapides du gradient électrique de l'atmosphère. Il fallait se rendre compte en premier lieu dans quelle mesure on pouvait tirer d'observations isolées des moyennes journalières et aussi si l'on pouvait utiliser des observations recueillies par des ciels incomplètement dépourvus de nuages. On s'est servi du polariphotomètre de Martens. La majeure partie des observations a été faite au zénith et à 90° du soleil. En outre on a observé la variation avec la distance au soleil de la polarisation de certains points du ciel. On a décelé une influence du moment de la journée sur la polarisation indépendante de la position du point visé et constaté aussi qu'à égale distance du soleil et au même moment du jour la polarisation varie avec la distance zénithale du point visé.

Les variations qui affectent la polarisation au lever et au coucher du soleil peuvent s'expliquer par des modifications de l'éclairage du sol ensuite de formation ou de déplacements de brumes ou de brouillards, qui provoquent pour leur part des variations du gradient électrique.

Des mesures faites à Silvaplana (1800 m.) n'ont pas révélé une influence de l'altitude.

La formation de nuages se trahit plusieurs heures d'avance par la diminution de la polarisation. Les cirrus et les strato-cumulus abaissent à peine la polarisation des plages bleues du ciel à leur voisinage, mais les cumulus et les cumulo-nimbus le font énergiquement. On ne saurait cependant se servir de la polarisation du ciel pour la prévision du temps qu'en tenant compte de tous les autres facteurs déterminants.

2. J. Maurer (Zurich). — *Couronnes solaires. Résultats de cinq années d'observations récentes.*

Le simple examen du ciel pendant le jour nous montre le soleil presque toujours entouré d'une luminosité circulaire blanchâtre

dont le diamètre et l'intensité peuvent varier beaucoup. Laissons de côté toute considération théorique au sujet de cette apparence et remarquons seulement qu'on ne s'en est préoccupé systématiquement que tout récemment et, à proprement parler, que depuis la grande perturbation atmosphérique de 1912. Nous avons pu intéresser à cette recherche M. le Dr Fr. Schmid, notre distingué observateur de la lumière zodiacale, ainsi que M. le Prof. Dorno à Davos, qui a publié déjà toute une série d'observations [1]).

L'étude fouillée et continue du nimbe solaire montre qu'il s'agit souvent d'une véritable couronne et qu'il représente le critère le plus simple et le plus sûr du degré de pureté de notre atmosphère.

Le premier résultat de nos observations depuis 1912-1913 avait été que le grand nimbe solaire a deux minimums de diamètre distincts par an, en avril-mai et en août — début de septembre ; il peut disparaître complètement à ces époques-là. L'année 1916 a montré un cours tout différent, du printemps à l'automne. Le minimum printanier a été très peu marqué et en avril déjà le diamètre de la couronne solaire atteignait 100°. Puis en juillet et en août 1916 le nimbe prit, même par le ciel bleu, des dimensions, qui souvent énormes approchèrent de 140° au milieu et à la fin d'août 1916. C'était les prodromes d'une perturbation optique de l'atmosphère, que d'autres signes révélaient déjà au début d'avril.

Le nimbe solaire présente des phases très remarquables aux époques de grande activité solaire : avec des diamètres de 70° à 80° et même 100°, il s'entoure d'un large liseré distinctement coloré d'une teinte allant du rouge au jaune-brun. Il donne alors absolument l'impression d'un cercle de Bishop mais de diamètre notablement plus grand. Les apparitions intenses de ce liseré s'accompagnent sans exception de notables phénomènes telluriques et atmosphériques (aurores polaires, courants telluriques). Sans aucun doute il s'agit alors (en particulier les 16 VI 1915, 21-23 VI 1916 et 11 II 1917) d'émissions étendues de rayons cathodiques par le soleil, conformément aux vues de Birkeland. Les rapides apparitions et disparitions de l'anneau coloré sont incompatibles avec l'idée d'une auréole intermittente due à des nuages de cendre volcanique discrets.

La théorie de la diffraction exige, pour expliquer le nimbe solaire, l'existence de particules excessivement voisines, et de grosseurs très ténues ; ces particules seraient engendrées par les noyaux de condensation que le soleil, dans ses paroxysmes, enverrait à la terre et qui provoqueraient aussi les aurores polaires.

D'après le professeur Dorno il y aurait eu vraiment à Davos une relation intime et régulière entre l'activité solaire et l'appari-

[1]) *Astronomische Nachrichten*, Vol. 205, N° 4899, août 1917.

tion, l'accentuation aussi, de la grande couronne solaire. Cette relation existe-t-elle toujours? c'est ce que décideront des observations prolongées, faites dans des localités très diverses et d'altitudes élevées.

3. R. Gautier (Genève). — *Le Centenaire du Grand St-Bernard.*

A l'occasion du centenaire de l'installation, à l'Hospice du Grand St-Bernard, d'une station météorologique, le 15 septembre 1817, par Marc-Auguste Pictet, M. R. Gautier, directeur de l'Observatoire de Genève a proposé à l'Assemblée générale de la S. H. S. N. l'envoi à MM. les Chanoines du Grand St-Bernard d'une adresse qui a été couverte d'un grand nombre de signatures de membres de la Société (119).

A ce propos M. R. Gautier donne quelques indications sur cette installation, sur l'amélioration graduelle de la station en 1829 par Auguste de la Rive, ultérieurement à plusieurs reprises par Emile Plantamour, en 1883 par Emile Gautier, enfin en 1900, 1903, 1916 et 1917 par lui-même.

La station a été transférée de l'ancien dans le nouveau bâtiment en 1900 et, depuis lors, les heures d'observation, qui avaient suivi les changements opérés à l'Observatoire de Genève, se font aux trois époques officielles de l'ensemble du réseau météorologique suisse.

Des données climatologiques intéressantes se trouvent dans la note de M. Ch. Bührer sur « le Climat du Grand St-Bernard », Lausanne 1911, et dans la belle monographie de MM. Maurer et Billwiller « Das Klima der Schweiz ». Un travail sur tout l'ensemble centenaire des observations est en préparation à l'Observatoire de Genève.

Puis M. Gautier projette quelques clichés de diagrammes permettant la comparaison du climat de montagne (Grand St-Bernard) et du climat de plaine (Genève).

4. A. de Quervain (Zurich). — *Sur la météorologie de l'inlandsis du Grönland et en particulier sur le föhn de l'inlandsis.*

Le dépouillement des observations de l'Expédition suisse au Grönland étant près de son achèvement, il a paru à propos de communiquer ces résultats définitifs, qui renferment les premières données recueillies en été et provenant d'une traversée complète.

Ces communications ont porté surtout sur les conditions thermiques (région centrale, amplitude diurne, comparaison avec les données d'automne de Nansen); sur le régime des vents, avec sa

variation diurne très marquée ; enfin sur l'accroissement annuel de l'inlandsis, et son évaporation probable en été.

Les observations de la traversée ont permis de vérifier pour la première fois le fait que dans quelques cas de föhn observés sur la côte et sur l'inlandsis il doit s'agir d'un vent descendant bien de l'intérieur sinon de la ligne de faîte même de l'inlandsis.

On trouvera des détails plus amples dans la publication qui doit paraître prochainement (Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles, vol. LIII).

5. P.-L. Mercanton (Lausanne). — *Pression des bulles gazeuses dans les glaciers.*

Koch et Wegener[1]), hivernant à Borg (Grönland nord oriental, 75° lat. N. environ) en 1912-1913, à la suite de quelques mesures ingénieuses mais un peu sommaires, ont cru pouvoir affirmer que les bulles gazeuses enfermées dans la glace de l'inlandsis y avaient des pressions de l'ordre de 10 atmosphères (glace prise à 7 m. de profondeur sous leur cabane et à des températures inférieures à —10°). La glace superficielle du glacier serait donc soumise à des efforts d'expansion. Ce fait, s'il s'avérait, conduirait peut-être à des vues nouvelles sur les variations saisonnières de l'écoulement glaciaire, sur la destruction des icebergs, et même sur l'épaisseur des inlandsis.

J'ai voulu le vérifier sur nos glaciers alpins, d'autant que les mesures des deux explorateurs grönlandais prêtent le flanc à plus d'une critique. La recherche exige en effet la détermination exacte de la densité de l'échantillon de glace et la mesure du volume d'air libéré par la fusion de celle-ci. Or une erreur sur la densité peut se traduire par une erreur décuple sur la valeur de la pression cherchée. L'influence d'une erreur sur le volume d'air dégagé apparaissant moindre, j'avais porté mon effort principal sur la détermination de la densité ; l'expérience, exécutée en mars 1917, au glacier de Saleinaz, avec l'aide obligeante de Mlle Morel, pharmacienne à Vevey, a quelque peu déjoué mes calculs en ce sens que la faible quantité d'air recueillie a majoré l'erreur y relative.

La méthode était la suivante : Un bloc de glace de quelque 100 grammes était pesé dans l'air puis dans du pétrole de densité connue à 10^{-5} près. Immédiatement après le bloc était introduit sous une burette graduée, à ouverture évasée, retournée au-dessus d'un baquet d'eau et pleine à peu près de ce liquide. Le bloc en fondant dégageait des bulles qui s'accumulaient dans la burette. On mesurait le volume d'air dégagé. Celui-ci s'est trouvé beaucoup plus faible que nous ne le devions prévoir d'après les chiffres donnés par Koch et Wegener et la précision des mesures en a

[1]) Communication privée de M. le Capitaine J.-P. Koch à l'auteur, du 17 décembre 1916.

souffert. Tandis que nous pouvons garantir les densités à 5.10^{-5} près, les volumes ne le peuvent être, au maximum, qu'à 10^{-2} près. En outre une cause d'incertitude s'est révélée qu'on ne pourra écarter qu'en changeant la méthode d'extraction de l'air contenu dans la glace : l'eau de fusion redissout une partie de l'air dégagé, spécialement des petites bulles ; de sorte que la quantité recueillie ne représente qu'une fraction de la teneur gazeuse de la glace. On peut admettre que cette résorption atteint au maximum les $^2/_3$ de la saturation de l'eau en air, et cela change notablement les résultats. Remarquons d'ailleurs qu'il en est de même pour les expériences de Borg ; c'est pourquoi, en attendant de nouvelles déterminations, projetées pour l'hiver prochain, je crois devoir donner ici les résultats dans les deux hypothèses d'une résorption nulle et d'une redissolution de l'air libéré à $^2/_3$ de la saturation.

La glace a été prise à la surface du front, en crue, du glacier de Saleinaz, le 17 mars 1917, à une température inférieure à zéro et toutes les manipulations ont été faites de nuit par la gelée.

Glace bulleuse.

		Pression à 0° en atm.	
N°	Densité	Résorption nulle	Résorption à $^2/_3$ de la saturation
II	0.8866	0.9	2,3
V	0,8563	0.4	0.6
VII	0,8887	0,7	1,2
IX	0.8753	0.8	1.1
Moy.	0.8802 ± 4.10^{-5}	0.7	1.3

Glace compacte

		Pression à 0° en atm.	
N°	Densité	Résorption nulle	Résorption à $^2/_3$ de la saturation
IV	0.9080	0.6	2.0
VI	0.9013	0.6	1.0
VIII	0.9105	0.4	2.1
X	0.9050	0.6	1.6
Moy.	0.9059 ± 5.10^{-5}	0.6	1.7

Si on ne tient pas compte de la résorption il semble qu'il y ait un déficit de pression ; en en tenant compte une surpression fai-

ble. La vérité est sans doute entre deux mais nous voici bien loin en tout cas des grandes surpressions de l'inlandsis grönlandais. Remarquons qu'en appliquant les mêmes taux d'absorption à ces dernières valeurs on aurait, à Borg :

Pression à 0° en atm.

Résorption nulle	Résorption à $^2/_3$ de la saturation
8.5	11.2
10.2	12.5

L'écart entre Saleinaz et Borg reste considérable. De nouvelles expériences sont nécessaires pour élucider s'il s'agit ici d'une erreur dans les déterminations sommaires de Borg ou d'une différence réelle entre l'état des glaces du front du glacier de Saleinaz et celui des couches déjà profondes et plus froides de l'inlandsis grönlandais.

6. L.-W. Collet (Berne) et R. Mellet (Lausanne). — *Etude physique et chimique du lac Ritom* (Hte Léventine, Tessin).

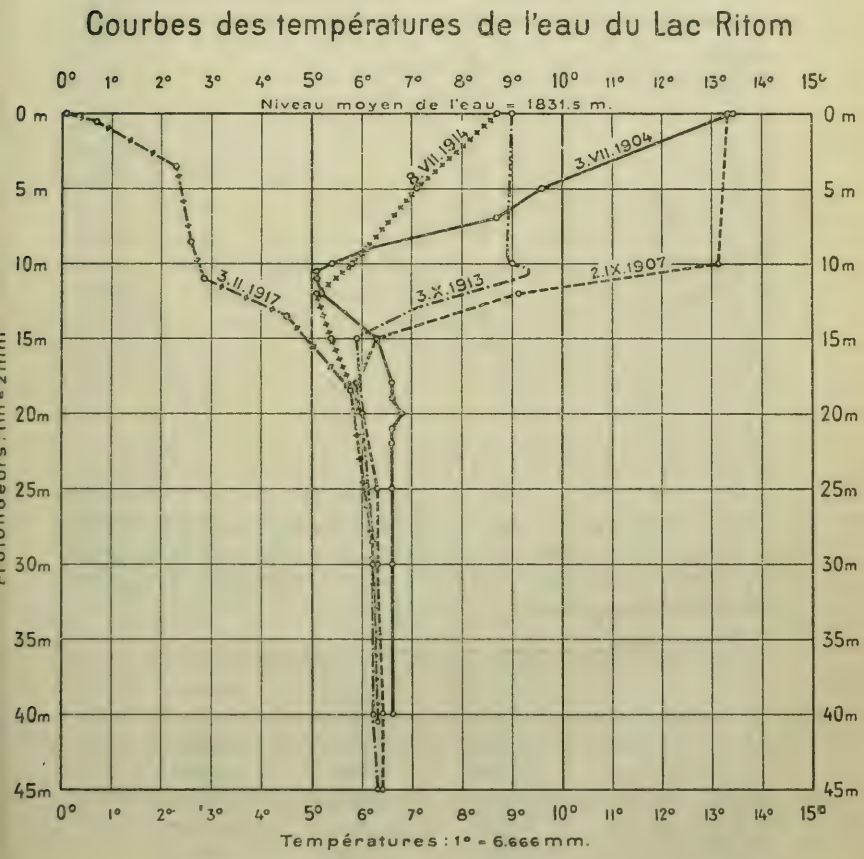
Le lac Ritom est un bassin rocheux situé à une altitude de 1832 m. Longueur : env. 2 km., largeur max. : env. 500 m., profondeur max. : env. 46 m.

Ce lac renferme deux nappes d'eau superposées, de minéralisations très différentes : une nappe de surface contenant une eau aérée, faiblement minéralisée, dont le résidu sec varie de 0,3040 gr. par litre à la surface à 0,7632 gr. par litre à 12,5 mètres de profondeur ; puis une nappe de fond, stagnante, *très minéralisée et sulfurée,* dont les eaux ont un résidu sec variant de 1,9164 gr. par litre par 13 m. de profondeur à 2,5144 gr. par litre par 30 m. de fond. La distribution des températures ainsi que la présence d'hydrogène sulfuré seulement à partir de 13 m. nous permettent de fixer cette dernière profondeur comme le niveau de séparation des deux volumes d'eau.

Etant donnée la forte minéralisation de la nappe profonde, une variation de température due à la convection thermique est exclue, la température n'y variera donc pas ou peu durant l'année. Seule la nappe superficielle, représentant un lac du *type tempéré* de Forel, sera le siège de variations de température comme le montre la figure ci-après.

Si l'on compare le sondage thermique de juillet 1904 à celui de juillet 1914, on remarque que la température de la couche profonde a varié en 10 ans. Une telle variation ne pouvant être due

qu'à un phénomène de conduction thermique, très lent, nous en déduisons qu'avant 1904 la température de l'air, pendant peut-être plusieurs années, a dû être supérieure à la température de l'air pendant la période 1904-1914. Nous sommes ainsi amenés à l'hypothèse que les variations de la température de la couche profonde du lac Ritom entre 1904 et 1914 représentent la somme des



effets de la température de l'air pendant une certaine période. Une étude des températures de l'air à Airolo, au St-Gothard et au Bernardin nous montrera si cette hypothèse est fondée.

La tabelle suivante permet de se faire une idée de la quantité d'hydrogène sulfuré en dissolution aux différentes profondeurs du lac.

Hydrogène sulfuré en mgr. par litre.

Profondeur des prélèvements :	*Point I.* Prof. totale = 46 m. Région la plus profonde du lac	*Point II.* Prof. totale = 35 m. Au droit d'Isola	*Point III.* Prof. totale = 33 m. Devant l'Hôtel Piora	*Point IV.* Prof. totale = 28 m. Devant l'Alpe de Ritom	*Point V.* Prof. totale = 32 m. Dev. l'emb. du ruisseau du lac Cadagno	*Point VI.* Prof. totale = 38 m. Dev. l'embouchure de la Murinascia	*Point VII.* Prof. totale = 30 m. Entre Camariscio di Ritom et Camariscio di Campo
Surface	0	0	0	0	0	0	0
10.0 m	0	0	0	0	. . .	. . .	. . .
12.5 »	. . .	. . .	0	0	. . .	0	. . .
13.0 »	. . .	. . .	6,1	. . .	. . .	. . .	. . .
13.5 »	. . .	17,9	19,4	. . .	11,8	11,8	19,1
15.0 »	23,6	24,0	22,5	23,2	. . .	20,9	. . .
20.0 »	26,7	27,4	25,9	. . .	. . .	. . .	25,5
25.0 »	. . .	. . .	. . .	28,9	28,2	27,1	. . .
29.0 »	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	30,1
30.0 »	31,2	31,6	30,5	. . .	29,7	. . .	. . .
32.5 »	. . .	. . .	30,1	. . .	. . .	. . .	. . .
34.5 »	. . .	28,6	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
37.0 »	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	29,3	. . .
40.0 »	23,2	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
45.0 »	23,2	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .

Enfin, le tableau suivant, renfermant le résidu sec et la densité de l'eau à différentes profondeurs, nous dispense de longues explications, que, faute de place, il nous est impossible de donner, sur la thermique du lac.

	Résidu sec (gr. par litre)	*Résidu calciné* (gr. par litre)	*Densité*
Surface	0,3040	0,2880	1,000381
10 m.	0,3348	0,3080	1,000395
12,5 m.	0,7632	0,6912	1,000812
13 m.	1,9164	1,7532	1,001867
13,5 m.	2,0252	1,8264	1,001979
15 m.	2,1044	1,8964	1,002004
30 m.	2,5144	2,2644	1,002426

Bibliographie : *F. E. Bourcart.* Les lacs alpins suisses, étude chimique et physique. Georg & Cie, Genève, 1906.

L. W. Collet et R. Mellet. Les eaux du lac Ritom. Procès-verbaux de la Société vaudoise des Sciences naturelles. Séance du 21 février 1917.

7. A. de Quervain (Zurich). — *Quatrième rapport sur l'activité de la Commission glaciologique de la Société de physique de Zurich.* 1916-1917. (Voir les comptes-rendus des années précédentes).

Nous avons pu exécuter — non sans difficultés — notre programme (détermination de l'accroissement annuel du névé par la méthode de Quervain, avec la sonde de Church) dans les deux régions principales dont nous nous occupons; en outre, il a été installé, sur notre initiative, un nivomètre à la Weissfluh (près de Davos) par le Skiclub de Davos.

Nous n'avons pas visité moins de quatre fois le *névé des Clarides* (Glaris); la première visite a été faite en janvier 1917 par A. de Quervain, pour rechercher les deux balises disparues; la deuxième visite en juin, par A. de Quervain et R. Billwiller, pour faire connaître aux étudiants nos nouvelles méthodes, et pour constater par des colorations spéciales, si l'eau se perdait dans les couches plus profondes du névé; la troisième en août, par A. de Quervain, accompagné de M. Römer, étudiant, pour faire les sondages définitifs et installer deux nouvelles balises (en bois); enfin la quatrième à la fin de septembre, par M. Piccard, pour constater le tassement de la couche 1915-16 du névé, à la balise de 2960 m., perdue depuis l'automne dernier et réapparue récemment.

Au névé du *Silvretta* les mesures de cette année ont été faites par M. Billwiller, accompagné de M. J. Hess; ils ont exécuté avec succès les sondages aux deux balises (celle qui avait été installée provisoirement au col à 3013 m., par A. de Quervain, en 1916 s'étant retrouvée intacte). A la balise inférieure, M. Billwiller a même retrouvé la couche colorée de l'automne 1915. Sur le désir de la Commission suisse des glaciers et chargé par l'Institut météorologique central, A. de Quervain a exécuté aussi au glacier du Rhône des mesures de ce genre, préparées en 1916 par M. l'ingénieur Leupin.

On lira avec intérêt le petit tableau suivant, contenant les résultats provisoires principaux de la campagne de 1917.

		Névé de Silvretta	Névé des Clarides	Glacier du Rhône
Altitudes :		B. 3013^{m} T. 2400^{m}	B. 2960^{m} T. 2720^{m}	B. 2960^{m} T. 2750^{m}
Balise [B]. supérieure	Neige	265^{cm}	300^{cm}	255^{cm}
	Eau	167 »	175 »	145 »
Totalisateur [T]...		187 »	335 »	220 »

Aux balises *inférieures* (vers 2700 m.) la valeur en eau de l'accroissement du névé 1916-17 était au Silvretta, le 6 septembre, de 35 cm., aux Clarides, le 6 août, de 60 cm., tandis qu'à cette dernière place il y avait encore 154 cm. de neige le 17 juin.

Compté du 15 août au 15 août, l'accroissement du névé a été plus petit d'un tiers environ que pour l'année 1915-16. L'automne actuel, si chaud, accentuera encore cette différence.

On remarquera que les valeurs trouvées sur le névé sont bien inférieures à celles trouvées par le totalisateur Mougin. Notre intérêt actuel est surtout d'élucider cette différence. Voir nos essais précités (pas encore concluants) sur la disparition de l'eau de fusion, et plus loin les recherches spéciales de notre collègue Billwiller sur l'évaporation du névé. Quant à ce dernier facteur, A. de Quervain a fait lui-même, au Jungfraujoch, en août 1917, quelques mesures donnant une évaporation très marquée et qui confirment la constante d'évaporation de M. Westman.

8. R. Billwiller (Zurich). — *L'échange aqueux entre l'air et le névé.*

Plusieurs glaciéristes se sont déjà occupés de rechercher si les glaciers et les névés des Alpes condensent de la vapeur d'eau atmosphérique ou au contraire cèdent de l'eau à l'atmosphère par évaporation. La belle étude de Charles Dufour et F.-A. Forel « Recherches sur la condensation de la vapeur aqueuse de l'air au contact de la glace et sur l'évaporation » (Bull. Soc. vaudoise des Sciences nat. Vol. X, Lausanne 1871) n'a pas épuisé la question ni rendu inutiles de nouvelles mesures exactes. Il importe au contraire de reprendre le problème sur la base d'expériences plus étendues et plus concluantes que les leurs. Il semble que Dufour et Forel aient surestimé la fréquence et l'importance quantitative de la condensation, sur la foi de résultats obtenus pendant une quinzaine de jours, au cœur de l'été et au front du glacier du Rhône, c'est-à-dire dans les conditions de lieu et de temps les plus favorables à une condensation énergique.

La fréquence de la condensation ou de l'évaporation en un lieu donné se déduira le mieux d'observations régulières de la température de l'air, de son humidité et de la température de la surface neigeuse. J'espère pouvoir étudier à cet égard les conditions du Säntis.

Les quantités d'eau condensées ou évaporées s'obtiennent par des pesées. Je dispose actuellement pour les faire d'une balance spéciale, construite sur les indications de M. le prof. Dr A. Piccard et qui prend place aisément dans le sac. Elle s'est bien comportée et a fourni jusqu'ici les mesures suivantes :

Les 14 et 15 octobre 1916 il y a eu au Säntis évaporation inin-

terrompue pendant 24 heures ; le maximum a été de 0,071 mm. à l'heure, entre 7 et 8 heures.

Une série très intéressante de huit jours à la fin de janvier 1917, sur la Schatzalp (au-dessus de Davos), a donné le type de l'échange aqueux en régime calme anticyclonique hivernal. Pendant la nuit, en raison de l'abaissement considérable de la température de la surface neigeuse, il intervenait une légère condensation (par ex. dans la nuit du 22 au 23 janvier : 0,007 mm par heure en moyenne) ; mais du lever au coucher du soleil il s'évaporait une quantité bien des fois supérieure (par exemple, le 23 janvier : 0,036 mm/h.).

J'ai constaté en revanche des condensations persistantes au St-Gothard, par le temps estival de mai 1917, période pendant laquelle au cours des heures les plus chaudes il y avait équilibre entre les tensions de vapeur de l'air et de la couche neigeuse, mais où sans cela c'était toujours la condensation qui prévalait ; le maximum a été 0,110 mm/h. dans la nuit du 25 au 26 mai, par un vent du nord violent. Bien entendu les conditions spéciales du col (grande intensité du vent et composante verticale accentuée de celui-ci) augmentent la condensation par rapport à d'autres stations.

L'ensemble des observations sera publié et discuté ailleurs.

9. Paul-L. Mercanton (Lausanne). — *Etat magnétique de basaltes grönlandais.*

Si les variations de longue périodicité des éléments, déclinaison et inclinaison, du magnétisme terrestre nous sont relativement bien connues pour les trois derniers siècles et quelques rares points du globe, nous ignorons en revanche presque tout de ces variations au cours des âges anciens sur l'ensemble de la terre. Dans une série de publications antérieures et particulièrement dans « La méthode de Folgheraiter et son rôle en géophysique » (*Archives de Genève*, IVe période, tome XXIII 1907) j'ai montré tout l'intérêt, pour la résolution du problème, d'une étude systématique de l'aimantation naturelle des laves

Certaines laves, en effet, à la faveur des innombrables grains de magnétite dont elles sont pétries, prennent dans le champ magnétique terrestre, au refroidissement et à partir de la température de réapparition du magnétisme fort (point de Curie ; magnétite, 580°), une aimantation permanente notable et, d'après tout ce qu'on en sait, singulièrement tenace. Elle est dirigée comme le champ lui-même quand la pâte est homogène et de température uniforme. Si à cette même température la lave était bien solidifiée et si elle est restée « in situ » depuis lors, l'examen magnétométrique d'un échantillon quelconque, prélevé après repérage soigné de

son orientation géographique, indiquera sans équivoque la direction du champ terrestre à l'époque du refroidissement.

Cette méthode séduisante a fourni déjà des renseignements précieux. Il faut se garder cependant de l'appliquer à la précipitée : les cas semblent assez rares où les conditions théoriques sont parfaitement réalisées. Les coulées de lave épaisses ne présentent en général ni l'homogénéité de composition de la pâte ni surtout l'uniformité du refroidissement exigées. Souvent les masses, assez froides pour être aimantées déjà, se déplaceront encore par rapport à leur situation initiale d'aimantation ; on ne les retrouvera plus « in situ ». D'autre part l'aimantation de la coulée ne sera pas uniforme.

Il importe donc de multiplier les contrôles afin d'asseoir un jugement définitif sur la méthode elle-même. Des échantillons de diabase, prélevés au Spitzberg en 1910, m'avaient donné des indications discordantes : certains dénonçaient une inclinaison magnétique boréale, d'autres, mais d'une autre contrée, une inclinaison nettement australe. J'ai profité de mon passage à Godhavn, dans l'île de Disco, Grönland W, au cours de l'Expédition suisse transgrönlandaise (1912-13) pour récolter quelques échantillons des basaltes tertiaires qui étagent leurs puissantes assises dans cette région. Ne songeant d'ailleurs à faire qu'un contrôle sommaire de leur sens d'aimantation selon la verticale pour savoir s'ils révéleraient aussi des inclinaisons australes et manquant d'outillage et de loisirs, je me suis borné à détacher des parois du canyon de la Rödelv des blocs diaclasés naturellement dans le plan horizontal et à repérer exactement leurs faces supérieure et inférieure. Je n'ai pas eu le temps non plus d'étudier comme il l'eût fallu la disposition des coulées dont provenaient les échantillons. Ceux-ci, au nombre d'une dizaine, sciés à l'émeri par M. Foretay, étudiant, à Lausanne, avec toutes les précautions voulues pour l'exact repérage des faces géographiquement horizontales, ont fourni huit blocs cubiques d'arêtes variant entre 20 et 50 mm. de longueur. Je les ai soumis à l'examen d'un magnétomètre sensible, spécialement construit sur mes indications par M. J. Meystre, ingénieur, dans mon laboratoire. Approchés le plus possible de l'instrument, sur un support permettant de lui présenter successivement leurs six faces, ces cubes ont provoqué des déviations allant de quelques millimètres à près de deux cents, sur une échelle placée à 168 cm. Voici les résultats, très résumés :

a) Les blocs n° 1 et n° 5 avaient leurs faces horizontales inférieures magnétiquement nord, leurs faces supérieures magnétiquement sud ; l'inclinaison aurait donc été boréale lors de leur refroidissement.

b) Les blocs n°s 2, 3, 4, 6, 7, 8 avaient leurs faces horizontales

inférieures magnétiquement sud, les faces opposées nord, l'inclinaison aurait donc été australe lors de leur refroidissement.

c) Même pour les petits cubes l'aimantation était très irrégulière quoique fournissant sans ambiguïté les indications consignées sous *a* et *b*. Les cubes nos 2 et 4 étaient magnétiquement homogènes. C'est pourquoi j'ai déterminé sommairement leur intensité d'aimantation rémanente ; elle valait 0,006 C.G.S. en moyenne pour le nº 2 et 0.004 pour le nº 4. Ces valeurs sont très voisines de celles trouvées par Pockels chez des basaltes d'Allemagne qui avaient été soumis, il est vrai, à des champs quelque 20 fois plus forts que le champ terrestre.

M. le prof. Dr Sigg, de Lausanne, a bien voulu d'autre part analyser l'échantillon nº 2, chimiquement et microscopiquement. Cette analyse, très soignée, dénonce un basalte franc, pétri d'abondants granules de magnétite.

En conclusion il s'avère que certains basaltes de Disco, à l'instar de certaines diabases de l'Isfjord du Spitzberg présentent une aimantation de sens inverse de celle que le champ terrestre engendrerait aujourd'hui. Il vaut donc la peine de s'assurer, par des recherches multipliées si c'est à un renversement réel du champ terrestre ou au contraire à quelque cause relevant de la méthode, que tient ce résultat frappant.

10. I. Friedländer (Zurich). — *Régularité des distances des centres d'éruptions volcaniques* (1).

Il ne s'agit pas ici de l'exposé d'une étude définitive mais d'un problème non résolu encore et qui peut-être avancera vers sa solution s'il est discuté dans cette assemblée.

Charles Darwin et W.-L. Green ont déjà signalé une certaine régularité dans la répartition des volcans. Green a fait remarquer en particulier que les centres éruptifs des îles Hawaï sont régulièrement espacés de quelque 20 milles anglais et il a émis l'hypothèse qu'ils étaient situés sur un réseau de crevasses se coupant sous des angles de 60°. L'écartement des volcans correspondrait à l'épaisseur de la croûte terrestre solide. Il pouvait constater le même écartement dans une série d'autres régions de la terre. L'étude des différents groupements volcaniques montre au contraire que si le phénomène de l'équidistance des centres se reproduit en de nombreuses localités l'ordre de grandeur de leur écartement varie dans de larges limites. Dans les îles Hawaï cet écartement est de quelque 40 km. (donc plus des 20 milles = 32 km.

(1) Un exposé détaillé paraîtra dans la *Revue vulcanologique*. Vol. IV, fascicule 1. Voir aussi le programme du concours ouvert pour recherches du même ordre dans le nº 7 du tome XLIV des *Archives*, du 15 juillet 1917.

de Green). Dans les Galapagos, que Green cite aussi, il est de 35 km environ et cette valeur semble se retrouver dans d'autres groupes d'îles du Pacifique.

Dans le massif volcanique du Kirishima (Japon méridional) un écartement de 45 km se répète. Les centres volcaniques de la péninsule italienne sont distants de 60 km environ tandis que dans les îles Lipari l'écartement n'est que de 20 km. Dans l'arc volcanique des Petites Antilles on voit apparaître une équidistance plus grande, dépassant 80 km.

D'autre part on trouve des écartements beaucoup plus petits dans certains groupes volcaniques. Dans celui du Kirishima l'équidistance des différents centres est de 3 km. et dans celui des Champs Phlégréens, près de Naples, de 2 km. Les volcans de la chaîne des Puys, qui sont assez irrégulièrement distribués sont encore plus rapprochés.

L'hypothèse de Green, que l'écartement est égal à l'épaisseur de la croûte terrestre, n'est pas démontrée. Il est toutefois hautement vraisemblable que l'écartement de ces centres éruptifs équidistants est en relation avec l'épaisseur locale de la croûte. On en conclurait que dans les régions du Pacifique règne l'épaisseur normale de la croûte terrestre tandis que dans le haut pays de l'Equateur il y aurait un grand laccolithe au voisinage de la surface. Dans le massif du Kirishima et dans les Champs Phlégréens il s'agirait de petits laccolithes très superficiels. Ailleurs, par exemple dans les Petites Antilles, au contraire l'épaisseur de la croûte dépasserait celle, moyenne, des îles Hawaï. Peut-être que l'expérimentation révélerait comment l'écartement dépend de l'épaisseur de la croûte terrestre et de son mode d'éclatement. J'en ai fait la suggestion ailleurs.

11. Paul Ditisheim (La Chaux-de-Fonds). — *Distribution de l'heure de la tour Eiffel en Suisse. Introduction officielle prochaine par tous les services publics de la Confédération de la division rationnelle du jour en 24 heures consécutives, comptées de minuit à minuit.*

A la suite de l'ordonnance du Conseil fédéral du 2 août 1914, les appareils de toutes les stations horaires de T. S. F. furent séquestrés ; dès ce moment, les concessionnaires se trouvèrent hors d'état de recevoir les signaux qui, en dépit de la guerre, continuent chaque jour à donner l'heure exacte sur l'immense étendue des continents et des mers.

Approuvant les réclamations de plus en plus pressantes des intéressés, l'administration suisse des télégraphes et téléphones consentit, avec l'acquiescement de l'autorité militaire, à organiser un service horaire téléphonique, basé sur le principe de la retransmis-

sion simultanée du signal radiotélégraphique de l'observatoire de Paris sur nos lignes téléphoniques [1].

A dater du 1er août 1916, un arrêté fédéral permit aux abonnés, dont le nombre atteint quelques centaines, de recevoir chaque jour, de 10 heures 56 minutes à 11 heures (heure de l'Europe centrale), les signaux de la tour Eiffel, répétés par téléphone sur tout le réseau suisse. Ce poste relié à la Centrale téléphonique de Berne a été organisé avec beaucoup de compétence et d'ingéniosité par M. E. Nussbaum [2].

Pendant une période d'essai de plus de deux mois, le Service sismologique fédéral à Zurich, avait procédé à des comparaisons entre les signaux téléphoniques de Berne et les signaux radiotélégraphiques de la tour Eiffel ; le 31 juillet, le Directeur général des télégraphes nous a informé que, d'après le rapport de M. le prof. A. de Quervain, la correction du temps ne dépassait pas $\pm 0^s03$ à $\pm 0^s05$.

De son côté, M. le professeur Wolfer, directeur de l'Observatoire de l'Ecole polytechnique fédérale, a mis obligeamment sous nos yeux le tableau des comparaisons faites jusqu'à fin novembre 1916, entre l'heure envoyée de Berne d'après les signaux de Paris, et les déterminations astronomiques effectuées par l'observatoire de Zurich.

Cet examen était en cours depuis la mi-septembre ; une série de 50 comparaisons quotidiennes a fait ressortir toute la valeur et l'exactitude du système.

Dans 41 cas, la correction des signaux horaires était trouvée inférieure à $\pm 0^s1$; dans 8 cas, elle était comprise en $\pm 0^s1$ et $\pm 0^s2$, et dans un cas supérieure à 0^s2.

La différence moyenne entre l'heure de Zurich et les signaux horaires téléphoniques de Berne se monte à

$$\pm 0{,}087 \textit{ seconde.}$$

En mettant de cette manière le signal horaire à la portée de tout abonné au téléphone, avec cette limite d'écart moyen de $\pm 0{,}087$ seconde, l'Autorité fédérale contribue dans une large mesure à l'unification de l'heure dans notre pays ; les différences dépassant le dixième de seconde sont devenues l'exception.

* * *

L'administration et le public sont ainsi à même de recevoir l'heure exacte. A son point d'origine, l'heure qui nous est trans-

[1]) *Transmission télégraphique et radiotélégraphique de l'heure*, par Paul Ditisheim. Journal suisse d'horlogerie, 41me année, p. 289 à 296.

[2]) *Le Service horaire téléphonique*, par E. Nussbaum, Agenda de l'horloger pour 1917, p. 201 à 208.

mise se trouve comptée de 1 à 24, conformément au préavis des autorités scientifiques. Nous voudrions qu'en Suisse il fût procédé aussi dès 1918 à une même numérotation des unités horaires (1).

Dans le service des postes et télégraphes et, surtout dans les chemins de fer, l'inscription de 1 à 24 heures serait de nature à faciliter chacun, et permettrait d'éviter les erreurs et malentendus qui à tout moment surviennent, avec la double division des douze heures du matin et douze heures du soir.

Une conférence diplomatique internationale, réunie à Washington en 1884, pour discuter la question de l'heure et du méridien universels, émit à une grande majorité un vœu en faveur de cette numérotation des 24 heures ; depuis 1859, celle-ci était en usage dans les chemins de fer des Indes et fut déclarée légale au Canada en 1891.

On l'introduisit en Italie, dans le service des chemins de fer en 1893, au moment où l'heure de l'Europe centrale remplaça celle de Rome.

Un vœu favorable aux 24 divisions continues fut également émis à Londres, lors de la cinquième session du Congrès international des chemins de fer en 1895 (2).

Ce mode de notation fut adopté en Belgique en 1897 et le Bureau des Longitudes le mit en pratique en France depuis 1900, dans toutes ses publications. En 1911, le Comité technique de l'exploitation des chemins de fer demanda qu'on consultât à ce sujet les conseils généraux et les chambres de commerce. A la suite de ces enquêtes la nouvelle notation fut employée dans tous les chemins de fer français et étendue à tous les documents de l'administration des postes et télégraphes, dès le 1er juillet 1912 ; le public s'est d'ailleurs parfaitement habitué à cette réforme (3).

La direction des chemins de fer suisses avait à son tour demandé de pouvoir établir ses horaires de 1913 suivant le système qui avait fait ses preuves dans les deux pays voisins. Malgré l'avis favorable de la plupart des gouvernements cantonaux et des administrations intéressées, cette modification lui fut refusée ; mais maintenant le moment paraît venu de réaliser chez nous la réforme en cause, aussi bien pour les chemins de fer que pour les postes, télégraphes, téléphones, etc.

1) M. le Prof. P.-L. Mercanton a déjà réussi à faire adopter par la Commission fédérale de météorologie, pour ses publications, le principe de cette réforme.

2) En 1908, le *IXme Congrès géographique* réunissant à Genève 164 délégations, émit à une importante majorité un vote dans le même sens.

3) Voir : *Le jour et ses divisions, les fuseaux horaires et l'Association internationale de l'heure,* par G. Bigourdan, dans l'Annuaire pour l'an 1914, publié par le Bureau des Longitudes.

M. Raoul Gautier, directeur de l'Observatoire de Genève, a soulevé à nouveau cette question dans le *Journal suisse d'horlogerie,* en mars 1917 (1), faisant en particulier remarquer qu'en 1913 la question posée chez nous se trouvait compliquée par la forme qu'on lui avait donnée en l'intitulant : *Le cadran de 24 heures.* On pouvait alors supposer qu'on serait obligé de changer les mécanismes de même que les cadrans, en subdivisant ces derniers en 24 au lieu de 12 parties.

Il n'en sera rien, la division habituelle pourra être maintenue sur tous les cadrans ; pour la facilité de la lecture, il suffira d'ajouter, concentriquement à la série des chiffres 1 à 12, la notation de 13 à 24, correspondant aux heures de l'après-midi et de la soirée. Les procédés de décalquage actuellement employés pour la peinture des cadrans permettront d'ajouter facilement et à peu de frais cette division supplémentaire.

Il importe que la Suisse qui a adopté, en 1894, le système des fuseaux horaires et a ensuite adhéré à la Convention internationale de l'heure, renonce aujourd'hui à la notation surannée en usage jusqu'ici.

Avec notre éminent collègue de Genève, qui a pris en 1912 et 1913 une part si active aux Conférences internationales de Paris, je prie les membres de la section de géophysique, météorologie et astronomie de la Société helvétique des Sciences naturelles, de vouloir présenter cette requête aux Autorités fédérales, demandant l'application officielle, dès l'an prochain, de la numérotation des heures de 1 à 24.

* * *

Après la discussion de ce rapport, introduite par un exposé complémentaire de M. le prof. Raoul Gautier, la résolution suivante a été envoyée à Berne :

Zurich, le 11 septembre 1917.

Au Conseil fédéral suisse,

Monsieur le Président et Messieurs,

La Société suisse de Géophysique, Météorologie et Astronomie, par décision unanime de son Assemblée générale du 11 septembre 1917 à Zurich, présente respectueusement au Conseil fédéral le vœu suivant :

Pour tous les services publics de la Confédération les heures seront comptées désormais et cela dès que possible non plus conformément à la division actuelle du jour en deux fois douze heures, mais bien selon la division rationnelle en 24 heures consécutives, de minuit à minuit.

(1) 41me année, pages 262 à 267 : *Fuseaux horaires, heures d'été et jour de 24 heures.*

Veuillez agréer, Monsieur le Président et Messieurs, l'expression de notre haute considération.

Le Secrétaire :
(Sig.) Prof. A. Kreis,
Coire.

Le Président :
(Sig.) Prof. Dr P.-L. Mercanton,
Lausanne.

Le Vice-Président :
(Sig.) Prof. Dr A. de Quervain, Zurich.

12. P. Gruner (Berne). — *De la nécessité d'ériger des stations d'observations géophysiques.*

Le rapporteur montre le beau développement pris depuis peu par l'étude des phénomènes de l'électricité et de l'optique atmosphériques. De telles observations de nature géo-et aérophysiques ne sauraient être demandées des stations météorologiques existentes, déjà surchargées ; il faut des postes d'observation spéciaux, sur des emplacements favorables (libres de poussières, de fumées, à horizon étendu), disséminés dans toute la Suisse, à des altitudes des plus différentes en particulier et desservis par un personnel bien stylé. Ce n'est que sur la base d'observations concomitantes et bien faites, en diverses stations, qu'on pourra élucider les intéressants problèmes de l'électricité atmosphérique, de la polarisation et de l'intensité de la lumière du ciel, des anneaux circumsolaires, du crépuscule (spécialement de la lumière pourprée) ainsi que leurs relations avec les conditions météorologiques, atmosphériques et astrophysiques.

A côté de trois ou quatre stations principales sur le modèle de celle du Dr Dorno à Davos, on en érigerait toute une série d'autres, temporaires, pour un semestre environ, où travailleraient de jeunes savants et qui n'exigeraient que peu de matériel. On pourrait en outre subventionner, dans telle ou telle localité, des observateurs de l'endroit pour leur permettre de consacrer le temps nécessaire à de telles recherches.

Un fonds en faveur de recherches scientifiques, administré par la Société helvétique des Sciences naturelles, rendrait dans ce sens de grands services.

13. Pierre-Th. Dufour (Paris). — *Projection oblique d'un terrain dessiné mécaniquement d'après une carte à courbes de niveau.*

La projection oblique d'un terrain, intermédiaire entre la projection horizontale et la projection de profil, participe des avantages de ces deux dernières projections. Elle présente un figuré du terrain, en vue plongeante, d'une interprétation facile. Son tracé mécanique, en transposant automatiquement une carte du

terrain à courbes de niveau, est aisé si l'on choisit la *perspective isométrique* qui est un cas particulièrement simple de la perspective axonométrique.

Comme l'auteur l'a montré en détail dans la « Revue de Géographie annuelle » [1] le mécanisme qui permet cette transposition consiste en une longue bielle, munie à l'une de ses extrémités d'une pointe sèche avec laquelle on suit les courbes de niveau de la carte. L'autre extrémité est articulée sur le coulisseau d'une glissière rectiligne. Un crayon destiné à tracer les courbes de niveau de la perspective est placé sur l'arc de la bielle à une distance de l'articulation du coulisseau égale à $\frac{l}{\sqrt{3}}$ où l est la longueur de la bielle.

La carte est placée dans le prolongement de la glissière de telle façon que la direction sous laquelle on désire voir le terrain soit perpendiculaire à l'axe de la glissière d'une quantité qui varie avec l'accentuation du relief que l'on désire obtenir.

Les courbes de niveau, ainsi mises en place dans la perspective, donnent par leur imbriquement la délimitation des versants vus, des profils des hauteurs et le modelé du terrain.

Sur cette projection qui est rigoureusement géométrique on peut effectuer toutes les épures que l'on pourrait faire sur un plan coté, la délimitation des ombres portées par exemple.

Si la bielle qui sert à tracer la perspective n'est pas très longue il se produit une légère déformation que l'on peut supprimer en remplaçant la bielle par un inverseur de Peaucellier muni de bras supplémentaires portant le crayon.

Il est possible enfin en déplaçant le crayon sur l'axe de la bielle de dessiner des perspectives offrant des angles de vue plus ou moins plongeants.

14. F. LeCoultre (Genève). — *Recherches aréographiques faites à l'observatoire de M. Honnegger-Cuchet à Conches (Genève) en 1915-1916.*

Ces recherches ont été faites au réflecteur Schær de 0 m. 60 d'ouverture, durant la période du 4 octobre 1915 au 27 mars 1916. Dans la discussion des résultats j'ai utilisé une série de dessins pris avec une lunette de 18 cm, par M. E. Dufour, ingénieur à Genève.

Parmi les constatations intéressantes qui méritent d'être relevées il faut noter d'abord celles concernant les neiges polaires boréales.

[1] P.-Th. Dufour. Les perspectives-reliefs. *Revue de géographie annuelle*, T. VIII Fasc. IV, Delagrave, Paris.

Leur fonte avec l'avance du printemps martien a été exceptionnellement rapide et s'est effectuée en plusieur périodes entrecoupées de temps d'arrêts marqués. L'étude comparée des variations d'éclat des neiges et de la ceinture sombre entourant la calotte boréale durant son retrait montre : 1° que l'apparence diffuse et estompée de cet anneau résulte de la présence de brumes flottantes au-dessus des neiges polaires ; 2° plus la fonte est active plus l'anneau de retrait est précis et sombre, sa couleur gris-bleu pâle passant au bleu sombre verdâtre ou noir-brun ; 3° l'anneau n'est pas toujours régulier ; on en déduit que sur le front glaciaire le dégel est soumis à des irrégularités ; 4° deux zones situées vers le 120° et 280° de longitude se sont montrées sous ce rapport plus particulièrement actives. Comme elles correspondent au point d'aboutissement de deux profondes dépressions réunissant les régions équatoriales et polaires, on est en droit de penser que ses canaux en sont la cause ; 5° le centre géométrique du cap polaire ne coïncidait pas avec l'axe de rotation mais se trouvait plus au sud dans la direction du Lacus Arethusa à peu près comme en 1884 et 1885. De nombreux changements en corrélation avec la fonte des neiges boréales ont été enregistrés sur la surface de la planète notamment dans la Grande Syrte. Dans cette région j'ai vu en particulier une formation canaliforme s'étaler en quelques jours sur une superficie de plus de 108 000 km², pendant qu'ailleurs d'autres changements modifiaient également la surface de Mars. L'intensité des colorations a été très vive et assez variable suivant les régions. Le jaune-orangé et l'orangé-rouge dominaient sur les taches continentales. Les mers, lacs et canaux se sont montrés d'une coloration bleue instable souvent mêlée de noir et surtout de vert. Il faut remarquer que cette couleur des taches sombres est d'autant plus foncée que l'incidence sous laquelle on les voit est plus faible mais cela seulement à l'ouest de la planète. Dans certains cas quand ces taches émergent à l'occident leur albédo est même égal à zéro et le noir du ciel semble pénétrer sur le disque martien. Quelques condensations blanchâtres ont été visibles sur diverses régions sans pourtant se localiser en taches brillantes au début du printemps martien. D'énormes masses de brume ont persisté durant plusieurs mois sur plusieurs contrées où elles semblent être restées dans un état de stagnation complète.

En résumé il se passe sur Mars des phénomènes absolument étranges dont les causes précises sont pour le moment difficiles à définir ; mais il est hors de doute que la vie physique de cette planète est autant si ce n'est plus active que celle de la terre.

15. D. Korda (Zurich). — *La nouvelle méthode expérimentale d'Eötvös pour déterminer la vitesse de rotation de la terre.*

En vue de déterminer les variations en mer des effets de la gravitation M. O. Hecker, professeur, de géodésie, a entrepris peu avant la guerre un voyage d'études de Hambourg à Buenos-Aires et retour, avec la balance de torsion très sensible, genre Coulomb, établie d'après les études du baron Roland Eötvös, l'illustre professeur de physique à l'Université de Budapest. Ce dernier, en examinant les résultats des mesures exécutées par M. Hecker, a fait une constatation surprenante. Il s'est rendu compte que les chiffres relevés au cours des dites traversées ont été faussés par l'influence qu'exercent au moment de l'expérience la vitesse du navire et son orientation. En effet, la composante de cette vitesse dans la direction de la rotation terrestre n'est point négligeable, car elle peut influencer sensiblement la force centrifuge des masses qui se trouvent sur le navire. A côté de la vitesse de rotation de la terre $V = 464$ *m*/sec celle du navire (tout au plus $c = 10$ *m*/sec) paraît presque négligeable. Or il n'en est rien, car la force centrifuge étant proportionnelle au carré de la vitesse totale c'est-à-dire $(V \pm c)^2$ il y a un terme $2\,Vc$ qui intervient et contenant comme facteur la vitesse de la terre n'est point négligeable.

De là à trouver une méthode simple pour montrer par une expérience de laboratoire l'action de la terre et à en déduire par un simple calcul la vitesse de rotation de notre planète il n'y avait qu'un pas. Il l'a franchi et l'appareil simple correspondant qui n'a encore fait l'objet d'aucune communication officielle est visible en fonctionnement à l'Institut de physique de l'Université de Budapest. Il se compose d'un petit levier d'une balance de précision monté sur un couteau qui, lui-même, forme le sommet d'un arbre vertical qu'une horloge astronomique maintient en rotation lente d'environ un tour par minute. Ce levier porte à chaque bout une petite sphère en métal. Ces deux sphères s'équilibrent quand le levier est dans la position ouest-est, c'est-à-dire dans la direction de la rotation terrestre, par contre leur équilibre est rompu dès que la position s'approche de la direction nord-sud. La cause en est simple. En effet, la sphère « nord » a une vitesse de rotation c de même sens que la terre, sa force centrifuge est, par conséquent, proportionnelle au carré $V + c$ c'est-à-dire à $(V + c)^2 = V^2 + c^2 + 2\,Vc$, tandis que la sphère « sud » a une vitesse de sens contraire, donc une force proportionnelle à $(V - c)^2 = V^2 + c^2 - 2\,Vc$. Les deux forces diffèrent donc de $4\,Vc$, terme qui n'est pas négligeable à cause du facteur important V. Il s'ensuit que la sphère nord soulagée d'autant, rompra l'équilibre, le levier s'inclinera donc vers le sud. Entre les posi-

tions ouest-est et nord-sud l'inclinaison sera variable et suivra la loi sinusoïdale. Il est facile de rendre cette oscillation du levier visible sur un écran au moyen de la réflexion d'un faisceau lumineux par un petit miroir fixé au levier près de son axe. Le levier tournant étant d'abord bloqué afin d'empêcher ses oscillations, la tache lumineuse décrira un petit cercle de rayon plus ou moins grand sur l'écran dû à l'imperfection du montage. Dès que le levier est débloqué et commence à exécuter au cours de ses rotations ses mouvements oscillatiores verticaux, la tache lumineuse quitte le cercle et décrit des courbes bouclées dont j'ai pu démontrer qu'elles sont des « conchoïdes circulaires ». En effet, au rayon r s'ajoute sur chaque rayon vecteur ρ un terme cosinusoïdal, donc $\rho = r + a \cos \Psi$ qui est précisément l'équation polaire des courbes de Pascal ci-dessus de 4me degré, du genre épicycloïdal dont la cardioïde est un cas spécial.

Au bout d'environ une heure, la résonance étant atteinte, on peut mesurer l'amplitude maximum.

$$A_{max} = 2\,\Omega \cos \varphi \frac{K}{k}$$

où Ω est la vitesse angulaire de la terre, φ l'angle de latitude géographique, K le moment d'inertie de l'appareil et k son coefficient d'amortissement.

On peut ainsi déterminer soit la vitesse Ω de notre planète, soit en la supposant connue

$$\left(\Omega = \frac{2\pi}{86164''}\right)$$

la latitude φ de l'endroit. A Budapest $2\,\Omega \cos \varphi = 0{,}0001$, correspondant à $\varphi = 47°29'30''$. En tout cas, on dispose ainsi d'une nouvelle preuve de la rotation de la terre dont l'effet, contrairement à celui du pendule de Foucault, est nul au pôle et maximum à l'équateur.

COMPTE RENDU DE LA SÉANCE

DE LA

SOCIÉTÉ SUISSE DE CHIMIE

tenue à Zurich, le 11 Septembre 1917

Président : M. le Prof. Ph. A. Guye (Genève)
Secrétaire : M. le Dr E. Briner (Genève)

Partie administrative. — Communications scientifiques : E. Baur. Sur des équilibres chimiques qui s'établissent dans un seul sens. — W. D. Treadwell. Contribution à la détermination des équilibres gazeux. — Ed. Fierz-David. Remarques sur la possibilité d'une industrie purement suisse du goudron et des colorants à base de goudron. — E. Bosshard. Matières premières pour l'industrie chimique suisse pendant la guerre. — C. Misslin. — Sur la solidité à la lumière et sur la constitution des colorants azoïques. — J. Lifschitz. Sur la réfraction des colloïdes. — J. V. Dubsky. Fours électriques à combustion pour la microanalyse. — J. V. Dubsky. Remarques sur les dicétopipérazines. — A. Stettbacher. Sur des explosifs chimiquement possibles. — L. Ruzicka. Sur le camphre et la fenchone. — Fr. Fichter et E. Krummenacher. Théorie des synthèses électrolytiques d'hydrocarbures de H. Kolbe. — K. Schweizer. L'azote aminé et la fabrication de levures minérales. — F. Kehrmann et M. Sandoz, Sur le phencyanazonium. — L. Zehnder. Structure de l'atome de carbone (avec modèles). — P. Schläpfer. Communications sur les charbons suisses.— H. Staudinger (en collaboration avec M. K. Miescher). Nitrones et nitrènes. — Ph. A. Guye et E. Moles. Nouvelles recherches sur l'anomalie de Hinrichs. — L. Reutter de Rosemont. Contribution à l'étude de l'holocaïne.

M. le Prof. E. Bosshard, introducteur de la séance, souhaite la bienvenue aux assistants, qui sont particulièrement nombreux (une centaine) et passe la présidence à M. le Prof. Ph.-A. Guye, Président de la Société.

Après lecture du procès-verbal de la dernière séance, tenue à Berthoud, M. le Prof. Bernouilli, fait un petit rapport sur l'état financier de la Société.

Sur la proposition du Président, MM. les Prof. Rupe et Fischer sont nommés réviseurs des comptes de la Société.

La prochaine séance aura lieu à Berne, en mars prochain, à une date qui sera arrêtée par le Comité.

La question de l'inscription de la Société au Registre du Commerce n'est pas encore liquidée, le Comité désirant ajourner cette inscription jusqu'au moment où l'on pourra faire le dépôt des statuts définitifs. Ces statuts doivent, en effet, être complétés et modifiés par des articles concernant le dépôt de plis cachetés et le périodique suisse de chimie dont la création est projetée.

M. le Président expose ensuite le travail accompli par le Comité au sujet de la création d'un périodique suisse de chimie, travail résumé dans un petit rapport qui a été envoyé aux membres de la Société. Il fait remarquer que la résolution relative à la création du périodique, qui est proposée au vote de l'assemblée générale, a été adoptée à l'unanimité des membres présents de la Commission consultative, constituée à cet effet.

Après discussion, la résolution proposée par le Comité, légèrement amendée, est adoptée à l'unanimité.

Voici le texte de cette résolution :

« L'assemblée de la Société Suisse de Chimie approuve en principe la création d'un journal scientifique suisse de chimie sur les bases étudiées par le Comité et la Commission consultative chargée de préaviser sur cette question.

« Elle autorise le Comité à faire les démarches nécessaires en vue de constituer, par souscriptions, le capital de garantie de fr. 15 000, indispensable pour assurer les premières années d'existence du nouveau périodique.

« Si ces démarches aboutissent, le Comité, complété conformément à l'art. 13 des statuts, est chargé d'arrêter toutes les mesures d'exécution, de constituer un comité de rédaction, d'élaborer un règlement provisoire et d'assurer la publication du nouveau périodique de chimie, si possible dès le mois de janvier 1918 ou, à défaut, dès qu'il jugera les circonstances favorables. »

Six nouveaux membres sont admis dans la Société.

Communications scientifiques

E. Baur (Zurich). — *Sur les équilibres chimiques qui s'établissent dans un seul sens.* (Cette communication ne se prête pas, d'après l'auteur, à un court résumé).

W.-D. Treadwell (Zurich). — *Contribution à la détermination des équilibres gazeux.*

Conformément à l'équation de Nernst $ln\,K + a = \int \frac{Q}{RT}$, la

chaleur de réaction Q ne détermine pas la valeur *absolue* de la constante d'équilibre d'une réaction K, ceci à cause de la constante additive a. D'après la thermodynamique classique, cette constante a reste indéfinie pour chaque aggrégat.

Le théorème thermique de Nernst définit la constante A_f pour les corps homogènes solides ou liquides par l'équation généralisée $a_f = 0$. Représentons l'équilibre entre un corps homogène solide ou liquide et sa vapeur $F^f(p, T) + a_f = F_g(p, T) + a_g$. Les fonctions F_f et F_g nous sont données par la thermodynamique classique ; a_f est d'aprés Nernst $= 0$. La constante a_g pour l'état gazeux est donc, elle aussi définie. Voilà en principe le procédé adopté par Nernst et Plauck dans leurs calculs; ajoutons y les considérations suivantes.

a) a_g est pour tous les gaz réels une constante énergétique caractéristique. A des températures suffisamment basses, on peut, avec une exactitude assez grande, déduire la valeur de a_g des propriétés de la phase gazeuse sans avoir recours au théorème thermique de Nernst. C'est ainsi qu'on obtient pour la constante : $a_g = R\, l_n\, p - c_p\, l_n\, T + \frac{r_0}{T}$ [1].

b) Représentons par A le travail que fournit une vapeur saturée, se dilatant de façon isotherme et réversible jusqu'à la pression zéro (A pris *comme valeur absolue* de travail). A la pression zéro correspond une concentration très basse, mais bien définie et indépendante de la température. a_g étant connue, il nous est possible de calculer cette concentration limite. Les courbes de tensions de vapeurs montrent que, pour des températures décroissantes, A converge, pour les corps homogènes, vers une valeur infiniment petite. Puis, si π représente la chaleur de vaporisation, nous devons conclure des courbes des tensions de vapeurs et des considérations de l'alinéa *a)* : $lim\, \frac{A}{\pi} = 0$ (T étant $= 0$). Ceci nous mène d'autre part, si nous considérons les phases solide et liquide, à l'équation $lim\, \frac{dA}{dT} = \frac{d\pi}{dT} = 0$. Nous avons donc dans $lim\, \frac{A}{r} = 0$ une règle limite pour l'état de vapeur, analogue au théorème de Nernst.

c) La constante d'énergie observée a_g mesure en quelque sorte les écarts de l'état idéal. Considérée en rapport avec ces écarts, la détermination des courbes de tensions revêt une importance remarquable.

[1]) *Festschr. d. naturf. Ges.*, Zürich, p. 378 (1917); *Zeitschr. Elektrochem.*, *23*, 270 (1917).

Ed. Fierz-David (Zurich). — *Remarques sur la possibilité d'une industrie purement suisse du goudron et des colorants à base de goudron.*

Comme le démontre une statistique, les 300 000 tonnes de goudron, produites annuellement par les usines à gaz suisses, permettraient de fournir à l'industrie suisse des colorants les quantités de naphtaline et de benzène nécessaires (soit 1500 tonnes de naphtaline et 450 tonnes de benzène). Par contre, les quantités de phénol (75 tonnes) et d'anthracène (30 t.), retenues dans le goudron ne suffisent pas. Mais, en soumettant une certaine quantité de houille à la distillation — on obtiendrait de cette façon du coke, du gaz, du goudron et l'ammoniaque en solution aqueuse — il serait aisé d'augmenter la production du goudron ; le coke obtenu représenterait tout simplement une partie des 500,000 tonnes importées annuellement.

Si avantageux que puisse paraître le côté quantitatif de la question, le point de vue financier présente un aspect beaucoup moins favorable. Les prix des produits, tirés du goudron, sont si bas, qu'une industrie isolée ne pourrait exister (naphtaline 12 cts., benzène 35 ctc.). Par contre, nos fabriques de colorants auraient, selon l'auteur, grand avantage, grâce à l'organisation déjà existante, à mettre en œuvre la fabrication de tous les produits de la naphtaline et du benzène. Il est vrai que le profit ne serait pas grand, mais nos fabriques suisses deviendraient par là complètement indépendantes de la concurrence étrangère.

E. Bosshard (Zurich). — *Matières premières pour l'industrie chimique suisse pendant la guerre.*

Les usines de Chippis et de Bodio sont en état de livrer l'*acide nitrique* nécessaire. La fabrication de cet acide, à partir de l'ammoniaque, n'entre pas en ligne de compte, la cyanamide ne donnant pas un gaz assez pur. Les autres procédés synthétiques pour la fabrication de l'ammoniaque occasionnent des frais trop élevés ou présentent trop peu de certitude de succès pour être réalisés pratiquement. Il y aurait lieu d'essayer l'extraction de l'ammoniaque de la tourbe par distillation, d'après Mond ou Frank et Caro.

Dans cette direction, il existe une fabrique d'assez grande importance pour la fabrication du sulfate d'ammonium combinée avec celle du gaz à l'eau.

La pyrite faisant défaut, on a fait de nombreux essais en vue d'utiliser le gypse pour la préparation de l'acide sulfurique ; les résultats obtenus ne sont pas encore décisifs.

Vu les quantités toujours croissantes de carbure de calcium nécessaires pour la fabrication de l'alcool, de l'acide acétique, de

l'acétone, etc., toute une série de nouvelles fabriques de carbure ont pris naissance.

On a cherché à éviter les nuages de poussière sortant des fours en utilisant soit des fours « fermés », soit des appareils laveurs ou de filtration, soit en retenant la poussière des gaz sortant par l'électricité.

Bien qu'il existe plusieurs nouvelles usines pour la distillation du goudron, les quantités de benzène et de toluène obtenues ne suffisent pas. Une nouvelle fabrique se propose de retirer ces deux produits du gaz d'éclairage (procédé G. Darier).

Misslin (Zurich). — *Sur la solidité à la lumière et sur la constitution des colorants azoïques.*

S'appuyant sur des essais systématiques d'exposition à la lumière de certaines classes de colorants, l'auteur déduit des rapports indéniables entre cette résistance et la constitution de ces corps.

Les colorants monoazoïques dérivés des acides β-naphtolsulfoniques résistent en général mieux à la lumière que ceux provenant des acides α-naphtolsulfoniques, en supposant que dans ces derniers le groupe N_2 se trouve en ortho par rapport à αOH. Le groupe HSO^3 situé en orto-péri par rapport à N_2 dans les dérivés d'acides β-naphtolsulfoniques augmente leur résistance à la lumière.

Le remplacement de SO^3H dans ce dernier cas par OH (acides péridioxynaphtalinesulfoniques, produit aussi cette augmentation ; mais devient par contre plus faible, si l'on emploie dans leur préparation des diazoïques dont la substitution est basique. Si l'on remplace dans les acides péridioxynaphtalinesulfoniques, le second groupe OH par NH^2 (acides périamidonaphtolsulfoniques) la résistance à la lumière diminue ; cette influence disparaît, en acidylant NH^2.

Les colorants monoazoïques tirés des acides α-naphtylaminesulfoniques, que la copulation se fasse en ortho ou en para par rapport à NH^2 sont en général moins résistants à la lumière que les dérivés d'acides β-naphtylaminesulfoniques. Les composants diazoïques, à substitution négative, en position ortho par rapport à NH_2 augmentent cette résistance. Cette augmentation est notable, lorsque les acides β-naphtylaminesulfoniques en ortho-péri par rapport à N_2 sont substitués au moyen du groupe hydroxyle (combinaisons acides d'acides 2-8 amidonaphtolsulfoniques).

Les colorants disazoïques secondaires (essayés sur du coton), qui contiennent comme composant azoïque terminal l'acide 2-5-7 amidonaphtolsulfonique, voient leur résistance à la lumière s'accroître soit par acidylation du groupe amino libre, soit par intro-

duction de substituants négatifs en ortho par rapport à NH_2 dans le composant diazoïque initial, soit par utilisation d'acides péri-amidonaphtolsulfoniques comme premiers composants diazoïques, soit par l'emploi de dérivés à combinaison acide du 1-5 amido-naphtol, comme composants intermédiaires.

Une augmentation de résistance a aussi lieu lors de l'introduction de composants intermédiaires (colorants trisazoïques) que l'on peut diazoter à nouveau et qui sont dépourvus d'auxochromes.

L'auteur poursuit ces essais; le résultat pratique de ces considérations est la synthèse de colorants azoïques parfaitement résistants à la lumière.

J. Lifschitz (Zurich). — *Sur la réfraction des colloïdes.*

Pour reconnaître les rapports existant entre le dégré de dispersion et les propriétés optiques des solutions colloïdales, il est, avant tout, nécessaire d'étudier les émulsions, qui permettent de négliger l'influence de la forme des particules et d'atteindre des concentrations élevées. Il nous a paru avantageux de choisir comme telles les solutions colloïdales de soufre, ainsi que les solutions aqueuses des sels alcalins des acides gras. Comme pour ces substances, l'absorption propre de la lumière se trouve être voilée par la très forte dispersion, nous avons étudié, non pas le spectre d'absorption, mais l'indice de réfraction. Nous avons trouvé que la densité et l'indice de réfraction du soufre en solution colloïdale sont plus grands que pour le soufre en solution vraie. Les solutions colloïdales préparées d'après Odén, ont donné un maximum de densité et d'indice de réfraction à des degrés de dispersion moyens. La densité et la réfraction des solutions colloïdales du soufre ne croissent de façon linéaire que jusqu'à une concentration de 10 %; pour des concentrations plus élevées, elles croissent plus rapidement, tandis que pour les solutions vraies dans CS_2, cette croissance est partout linéaire. Il faut retenir que le degré de dispersion n'influe que très peu sur la réfraction spécifique $\frac{1}{d} \cdot \frac{n^2-1}{n^2+2}$ ou $\frac{n-1}{d}$. De même, les solutions colloïdales aqueuses des sels alcalins des acides gras possèdent une réfraction moléculaire pratiquement égale à celle calculée d'après Auwers et Eisenlohr. Les propriétés optiques des solutions vraies de ces mêmes sels dans l'alcool montrent certaines anomalies, qui n'ont pas encore été étudiées.

Si d'autres exemples confirment le fait que la réfraction spécifique, qui se ressent si fortement des moindres changements chimiques, ne dépend pas du degré de dispersion, nous posséderons un critérium qui nous permettra de discerner les causes constitutives de l'absorption de la lumière de celles provenant de la dis-

persion et de donner à ce problème, depuis si longtemps discuté, une solution basée sur l'expérience.

J.-W. Dubsky (Zurich). — *Fours électriques à combustion pour la microanalyse* (Essais exécutés par Charles Gränacher et Ferd. Blumer).

L'auteur présente des fours électriques de différentes constructions. La maison Herœus & Cᵉ (Hanovre) a construit, sur des données spéciales, un four avec résistances thermiques en fil de platine, qui offrent les avantages connus d'un échauffement graduel et d'une régularité de température parfaite ; ce four consomme en moyenne un courant de 7,5 ampères sous 110 volts; il coûte 320 fr. (375 marcs), non compris les 18 gr. de fil de platine.

L'auteur présente ensuite, pour les expériences, deux fours qu'il a construits lui-même avec des résistances en fil de nichrome d'une épaisseur de 0,4 mm. Le tube à combustion est en quartz d'une longueur de 15 et de 25 cm. et d'un diamètre de 16 mm.; le fil de nichrome qui l'entoure (2,2 m. à 4 m. de longueur) est isolé par du verre liquide, puis par une pâte de verre liquide, d'oxyde de zinc, d'oxyde de magnesium et de poudre d'amiante ; et, une fois sec, le tube est entouré de papier d'amiante. Comme manchon, on se sert de tubes de porcelaine, de tubes d'amiante, *avec de la terre d'infusoire* comme matière isolante.

Les modèles particulièrement avantageux sont ceux chez lesquels la moitié des tubes-manchons peut être enlevée. Deux de ces fours ont été présentés; l'un a été construit par la maison Bachmann & Kleiner (Oerlikon près Zurich). Le fil de nichrome est enroulé sur le tube de quartz et isolé par de l'amiante ; le tout est encore enveloppé d'une couche d'amiante.

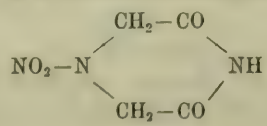
Le manchon de tôle, mobile, est revêtu de *diatomite*, substance isolante légère et parfaite, composée de *terre d'infusoire*.

Le remplacement des bobines de résistance est facile et peu onéreux. Ce four utilise un courant de 7,2 ampères sous 110 volt; il coûte 75 fr.; une bobine séparément coûte de 3 à 4 fr.

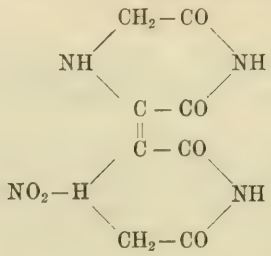
L'auteur présente aussi les appareils d'absorption d'un fonctionnement parfait, construits sur les données de Ferd. Blumer.

J.-W. Dubsky (Zurich). — *Remarques sur les Dicetopipérazines.*

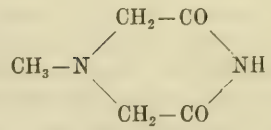
Lorsqu'on chauffe la nitro-imino-diacétimide



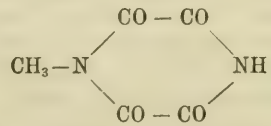
avec de l'eau jusqu'à ébullition, elle se transforme en un corps bleu indigoïde :



La méthylimide



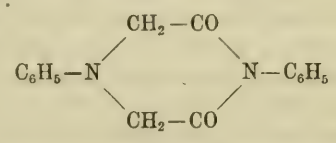
donne par l'action de l'acide nitrique une tétracétopiperazine :



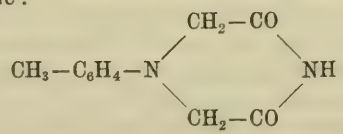
J. Petters et Ferd. Blumer en ont déterminé la constitution par la syntèse à partir du chlorure d'oxalyle et de la méthyloxamide :

$$CH_3-NH-CO-CO-NH_2 \ .$$

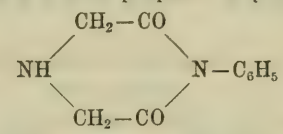
La diphénylimide :



et la tolylimide :

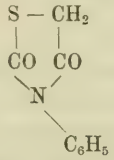


donnent des produits nitrés normaux (M. Spritzmann). Tous les essais entrepris dans le but de préparer la phénylimide

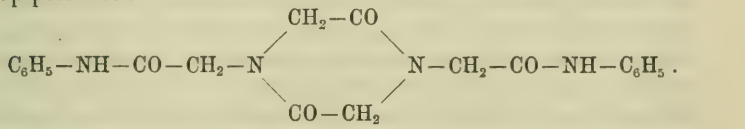


n'ont point donné de résultat. L'aniline, en réagissant avec $Cl\,CH_2\,CO\,Cl$ ou $(Cl\,CH_2\,CO)_2\,O$, ne donne que des produits mo-

noacylés. L'anhydride chloracétique réagit avec le sulfocyanate de phényle C_6H_5NCS en formant la combinaison :



La réaction de $NH(CH_2CO_2CH_3)_2$ avec l'aniline a conduit à la formation de la base : $NH(CH_2-CO-NH_2 \cdot C_6H_5)_2$ et de la dicétopipérazine :



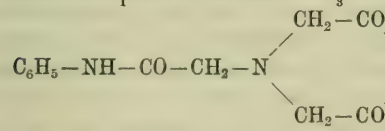
Les produits de réaction de la bromacétamide avec

$$C_6H_5-NH-CO-CH_2-NH_2$$

sont : $C_6H_5-NH-CO-CH_2-N(CH_2-CONH_2)_2$

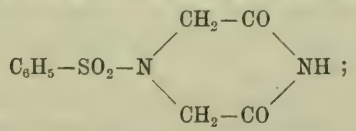
et $(C_6H_5-NH-CO-CH_2)_2N-CH_2-CO-NH_2$

La diamide perd facilement NH_3 et forme le corps :

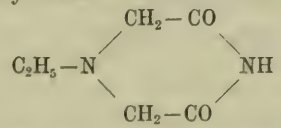


qui a donné un produit dinitré normal (Charles Grænacher).

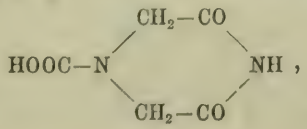
L'acide nitrique absolu à froid n'attaque pas la benzolsulfimide



à la température d'ébullition, par contre, il se forme la tétracétopipérazine. L'éthylimide :



donne par l'action de l'acide nitrique, soit l'acide

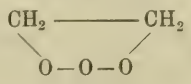


soit les produits de décomposition de la tétracétopiperazine. (Ferd. Blumer).

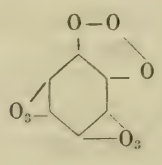
Alfred Stettbacher (Schwamendigen, Zurich). — *Sur des explosifs chimiquement possibles.*

La force de tous les explosifs repose sur une énergie chimique de transformation. La réaction est *endothermique* ou *exothermique* (le cas le plus fréquent dans la pratique), du fait que par une combustion intérieure, l'énergie est brusquement mise en liberté sous forme de *chaleur d'oxydation*. Le carbone et l'hydrogène sont reliés d'une manière quelconque (groupes nitreux ou éthers nitriques) à de l'oxygène, comme dans le cas du trinitrotoluène, ou particulièrement dans le cas de l'explosif brisant le plus ancien, la *nitroglycérine*, qui, de nos jours encore, compte parmi les explosifs les plus violents. Pourtant, il est loin de réaliser l'idéal de l'explosif, car cette forme d'oxydation ne fournit qu'une fraction, environ le 43 %, de l'énergie de combustion, qui serait mise en liberté par l'oxydation directe du carbone et de l'hydrogène qui le constituent. En d'autres termes, l'acide nitrique est un agent d'explosion auquel est attachée une grande perte d'énergie. Pour tirer le plus grand nombre de calories possible de l'énergie d'un corps combustible, il faudrait pouvoir directement combiner l'hydrocarbure avec la quantité d'oxygène, et ceci, sans qu'il y ait perte. Jusqu'à présent, cette condition n'a été réalisée que dans un cas : les explosifs à *air liquide*, l'*oxyliquite*, qui du reste n'est pas une combinaison chimique homogène, mais seulement un mélange mécanique de corps combinables au carbone et à l'hydrogène, avec une forte proportion d'oxygène liquide. 1 kg. de nitroglycérine développe 1580 calories ; l'*oxyliquite* en dégage, par contre, jusqu'à 2,200.

On est parvenu, entre temps, grâce aux expériences, à combiner directement aux hydrocarbures l'oxygène sous forme d'ozone, et à réaliser ainsi les explosifs les plus violents que la chimie ait jamais connus : l'*ozonide d'éthylène*



et le *benzènetriozonide*



La chaleur d'explosion de ces substances n'atteint peut-être pas tout à fait celle de l'*oxyliquite*, mais la vitesse de décomposition, e caractère brisant de ces corps purement chimiques sont beaucoup plus forts, probablement les plus forts qui existent.

Au moyen de l'*acide chlorique*, on peut obtenir des explosifs plus puissants encore. Un *trichlorate de glycérine* devrait développer 3000 calories, soit à peu près le double de force de la nitroglycérine. Avec cette combinaison, on arrive à la meilleure, mais aussi à la dernière combinaison explosive possible ; car, il n'existe pas d'autre substance qui contienne à la fois une plus grande quantité d'oxygène et une énergie endothermique supérieure.

Le mélange explosif le plus riche et le plus dense en énergie consisterait en un mélange stöchiométrique d'hydrogène liquide et d'ozone liquide. Si cette combinaison était pratiquement réalisable, 1 kg développerait environ 4500 calories. Mais, nous nous trouvons aux dernières limites de notre puissance. Il est d'autant plus remarquable que nous ayons dans la désintégration du radium un phénomène d'énergie qui dépasse ce chiffre plus de 200,000 fois !

Cet élément se présente comme un corps endothermique de la puissance la plus forte et la plus compliquée. La chimie réussira-t-elle, peut-être un jour, à fixer ces forces radioïques aux atomes d'un élément et à réaliser ainsi dans l'arc électrique, sous pression et à la température du soleil, les explosifs les plus fabuleux.

L. Ruzicka (Zurich). — *Sur le camphre et la fenchone.*

La constitution de la fenchone, le corps le plus voisin du camphre, n'est pas encore établie d'une façon suffisamment sûre. Comme il n'est guère possible de la déterminer par des réactions basées sur sa décomposition, par suite de la très grande instabilité de ses produits de transformation, l'auteur a cherché à réaliser la synthèse de la fenchone, en prenant comme base la formule de Semmler. (I)

On peut considérer dans ce but différentes voies :

1° *Méthylation du camphénilone* (II) ; elle n'est pas possible, car le camphénilone est décomposé par l'amidure de sodium.

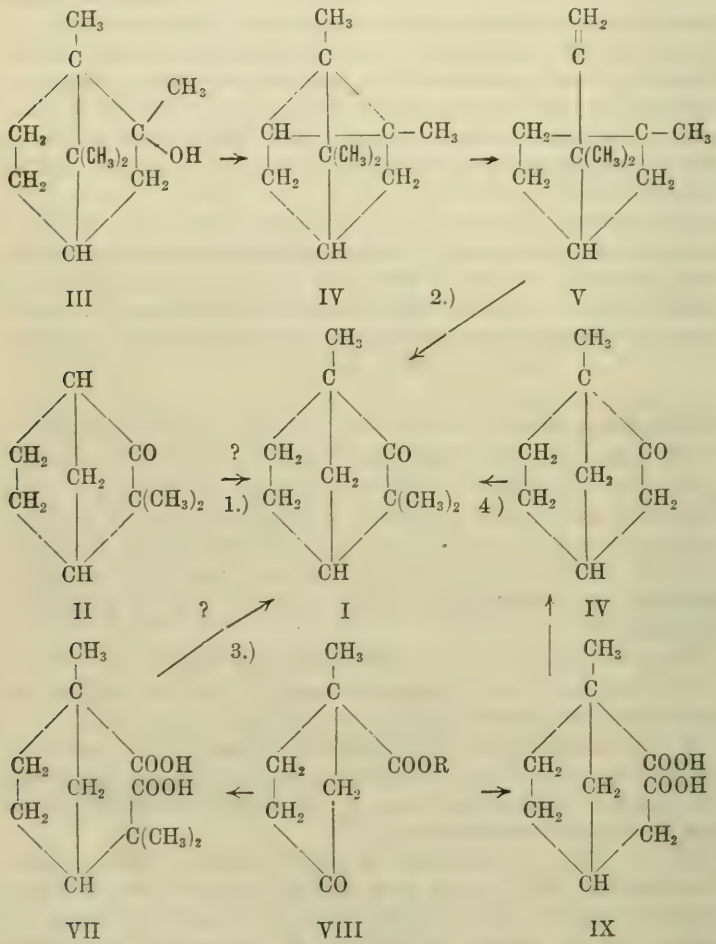
2° Par *oxonisation du méthylcamphène* (V), qui résulte du méthylbornéol (III) par élimination d'eau, on obtient une cétone qui, jusqu'à l'intensité de rotation, était identique à la d-fenchone que l'on trouve dans la nature.

3° Lors de la *distillation du sel de plomb de l'acide homofenchonique* (VII), on ne peut établir avec certitude la formation d'une cétone. La formation de l'acide homofenchonique, inconnu jusqu'à présent, en partant de l'acide *méthylcyclopen-*

tanone-carbonique (VIII), ainsi que la synthèse de ce dernier n'offrirent pas de difficulté.

4° Par double *méthylation* du méthylnor-camphre (VI), préparé synthétiquement, on obtint une $d + l$ — fenchone, qui était identique à la cétone naturelle. L'exactitude de la formule de Semmler est donc démontrée par cette synthèse totale.

En faisant la réaction inverse de la deuxième méthode, on peut obtenir du camphre en partant de l'alcool *méthylfenchylique;* une transformation réciproque du camphre et de la fenchone est donc ainsi réalisée et les rapports de ces deux corps entre eux parfaitement définis.



Fr. Fichter et E. Krummenacher (Bâle). — *Théorie des synthèses électrolytiques d'hydrocarbures de H. Kolbe.*

Les deux théories principales ayant trait aux synthèses de Kolbe sont la théorie des ions et la théorie des peroxydes.

D'après la première, les sels alcalins des acides aliphatiques sont dissociés.

Les anions perdent leur charge à l'anode et réagissent ensemble d'après l'équation :

$$\begin{matrix} R\,COO' \\ R\,COO' \end{matrix} + 2\,\boxplus \rightarrow = \begin{matrix} R\,COO \\ R\,COO \end{matrix} = \begin{matrix} R \\ | \\ R \end{matrix} + 2\,CO_2$$

S'il se trouve dans l'électrolyte certains sels inorganiques ou un alcali libre, les ions hydroxyles sont *mis en liberté (déchargés)* en même temps que les anions organiques, et ils réagissent en formant des alcools :

$$R\,COO' + OH' + 2\,\boxplus \rightarrow R - OH + CO_2$$

D'après la théorie des peroxydes de C. Schall, il se forme tout d'abord à l'anode des peroxydes d'acides, lesquels, par une réaction secondaire, se décomposent avec formation d'acide carbonique et de produits synthétiques.

Différents peroxydes furent ainsi préparés par les auteurs, à l'appui de cette théorie. Lors de leur décomposition thermique, ils produisirent en effet des gaz qui, à peu de chose près, étaient identiques à ceux qui se forment par l'électrolyse des acides correspondants.

$$\underset{\text{peroxyde}}{\begin{matrix} R\,CO_2 \\ | \\ R\,CO_2 \end{matrix}} \rightarrow \begin{matrix} R \\ | \\ R \end{matrix} + 2\,CO_2$$

Dans la formation de l'alcool, il est vraisemblable que, comme produits primaires, ils se forment des peracides qui se décomposent d'après l'équation :

$$R\,CO_3H = R\,OH + CO_2$$

Les auteurs décomposèrent l'acide perpropionique et trouvèrent que, suivant les conditions de l'expérience, il se formait du CO_2 et de l'alcool éthylique ou de l'éthylène :

$$CH_3\,CH_2\,CO_3H \rightarrow CO_2 + CH_3 - CH_2OH \rightarrow CH_2 = CH_2 + H_2O$$

Des expériences analogues furent déjà faites par Clover et Houghton (*Ann. Chem., Journ. 32*, 43; *Centralbl.* 1904, II, 764), sans que leurs auteurs attirassent l'attention sur la grande analogie qu'il y avait avec les synthèses de Kolbe.

Comme les acides ne peuvent directement donner naissance aux

peroxydes, il faut admettre que la formation des peroxydes dans l'électrolyse a lieu par suite de formation d'anhydrides.

Les peracides peuvent résulter des peroxydes par hydrolyse.

$$R\,CO_2 - O_2CR + N_2O \rightarrow R\,CO_3H + R\,COOH$$

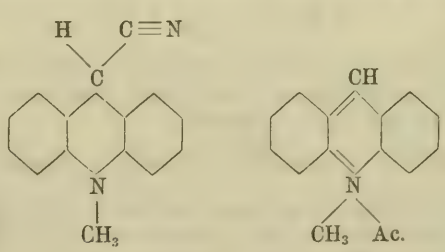
La théorie des peroxydes offre l'avantage de pouvoir expliquer les synthèses de Kolbe, d'un point de vue purement chimique, tandis que la théorie des ions est basée sur différentes suppositions que l'on ne peut contrôler.

Karl Schweizer (Winterthur). — *L'azote aminé et la fabrication de levures minérales.*

Les observations suivantes ont été faites en grand dans les usines de la maison Moskovits Morés fra S. A., à Nagyvàrad en Hongrie. Pour suivre la peptolyse au cours de la macération, on s'est servi de la méthode habituelle de Sëreusen. Les résultats semblent démontrer un équilibre qui s'établit au cours de la macération et qui est de 0,018 kg. d'azote aminé sur 100 l. de moût. Entre les trois facteurs de macération, soit le nombre de Sëreusen, le degré d'acidité et la teneur saccharimétrique, on n'a pas pu constater de rapports directs. Pour savoir si le titrage de Sëreusen est aussi applicable au procédé de levures dites minérales, on l'a essayé avec du sulfate d'ammonium seul. Les résultats ont été suffisamment précis entre des concentrations de 5 à 0.5 %. Le titrage de Sëreusen peut donc aussi servir à contrôler cette nouvelle méthode de fermentation.

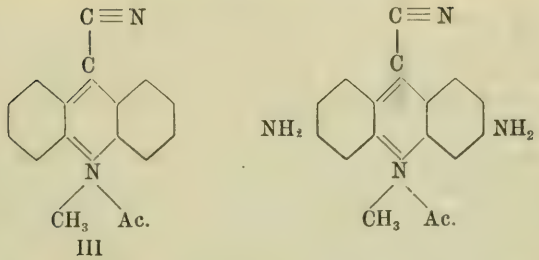
F. Kehrmann et M. Sandoz (Lausanne). — *Sur le phencyanazonium.*

En parlant du leucocyanure (I) qu'a décrit Kaufmann, [1] il y a quelques années et que l'on prépare en faisant réagir de l'acide cyanhydrique sur un sel de *N. méthyl-acridinium* (II), on peut obtenir



I II

[1]) A. Kaufmann et A. Albertini, *Ber. 42,* 2004, 3776 (1909).



III

par oxydation, au moyen de l'oxygène de l'air en solution acétique, ou sous l'influence d'autres oxydants, le chromogène représenté par la formule III, et qui forme l'élément constituant de la cyantrypaflavine (IV) qu'ont découvert P. Ehrlich et L. Bender, [1]) et qui est analogue à la safranine.

Ces sels, désignés sous le nom de combinaisons *phencyanazoniques* sont fortement analogues aux chromogènes des safranines, aux dérivés *phenazoniques;* mais, par contre, elles ne fournissent avec des acides qu'une seule série de sels, ce qui résulte du fait que le groupe $\equiv C - C \equiv N$, en opposition à $\equiv N$, ne se prête pas à l'addition d'une molécule d'acide.

En ce qui concerne les détails de cette communication, les auteurs renvoient à la publication qui en sera faite prochainement dans les *Berichte* de Berlin.

L. Zehnder (Zurich). *Structure de l'atome de carbone* (avec modèles).

Le caractère entier des nombres représentant les poids atomiques et la conséquence qui en découle que l'atome d'hydrogène serait l'origine de tous les atomes ont été infirmés par les déterminations des poids atomiques. Mais, d'après les mesures les plus récentes de Hönigschmid et d'autres, le plomb pur de différentes provenances possède des poids atomiques différents, suivant sa composition en isotopes (espèces d'atomes inséparables, de poids atomique et de radioactivité différents). Comme, de plus, des molécules H_3 se trouvent dans les rayons canaux, nous concluons : Si tous les éléments se composent d'atomes ou de molécules identiques, il se pourrait bien que les hypothèses du poids atomique entier et de l'atome primitif soient valables. Toutes les objections soulevées contre un éther universel constitué par des atomes élastiques et gravitants cessent d'être valables. Autour de chaque

[1]) *Ber. 46*, 1931 (1913).

atome, il y aurait une pression énorme de l'éther formant une enveloppe d'éther quasi solide (siège du point d'énergie de Nernst). Mais, plus en dehors, où ne s'exerce aucune pression de l'éther, les atomes primitifs, en raison de leurs chocs obéissant à la stabilité dynamique, se réunissent en noyaux qui reçoivent ici une enveloppe d'éther et deviennent des atomes chimiques. Le noyau de l'atome H pourrait être, par exemple, une sphère élastique; pourvu d'une enveloppe d'éther, il deviendrait l'atome H ; 2 ou 3 de ces sphères réunies sont instables, ce sont les molécules H_2 et H_3 ; mais 4 sphères groupées en tétraèdre formeraient le noyau de l'atome He qui, pourvu de l'enveloppe d'éther, deviendrait l'atome He, reconnu comme le constituant des éléments radioactifs. 3 noyaux de He (12 sphères) formant un groupement cristallin, donnent le noyau atomique C, sorte de colonne à 4 faces en forme de grappe avec 2 angles d'arêtes à 60°; pourvu de l'enveloppe d'éther, cet édifice serait l'atome de C. En raison de la forme en grappe, le groupement des atomes de C ne peut se faire qu'avec des déplacements, en sorte que chaque sphère primitive s'engrène dans la cavité formée par 3 sphères de l'atome voisin. A l'aide de modèles, il est montré comment les diverses formes cristallines du carbone, les corps gras, les corps aromatiques et les hydrates de carbone doivent prendre naissance.

P. Schlæpfer (Zurich). — *Communications sur les charbons suisses.*

Jusqu'à présent la constitution chimique des charbons suisses n'a pas encore été étudiée systématiquement; c'est pourquoi j'ai entrepris de nouvelles recherches à ce sujet.

Les charbons suisses proviennent du diluvien, du tertiaire, du mesozoïque et du carbonifère.

La constitution chimique des charbons du diluvien est parfaitement analogue à celle de la tourbe : ils sont, au moment de l'extraction, de couleur brun-rouge et deviennent plus foncés et crevassés par le séchage. Ils contiennent, sortant de terre, 60 à 70 % d'eau, séchés à l'air, 15 %. Le produit sec contient 68 à 80 % de carbone, son pouvoir calorique est de 5,600 à 6,200 calories.

Le charbon du tertiaire est noir, la cassure est conchoïde ou cubique. Il contient jusqu'à 10 % de soufre en combinaison organique, — ce qui est caractéristique pour l'espèce, — 68 à 80 % de carbone; son pouvoir calorique est de 6,000 à 8,100 calories. Il donne toutes les réactions du lignite. Certaines espèces contiennent du bitume, et, par ce fait, de l'hydrogène en assez grande quantité.

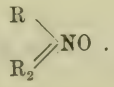
Le charbon du mésozoïque est noir ; il a une constitution chi-

mique semblable à celle de la houille : carbone, 80 à 87 % ; pouvoir calorifique, 7,900 à 8,750 calories. Ce charbon trouvé à Boltigen présente un intérêt tout spécial, il ne donne aucune des réactions du lignite ; il s'agit là d'une houille grasse, riche en soufre.

Le carbonifère du Valais renferme des variétés d'anthracite tout à fait anormales, riches en carbone, presque sans hydrogène, la teneur en oxygène est, par contre, celle de l'anthracite normal. Le pouvoir calorifique n'est dans aucun cas supérieur à 8000 calories. Elles contiennent presque sans exception de la cendre en grande quantité, celle-ci est répartie très finement dans le matériel. Elles ont souvent l'aspect extérieur du graphite, conduisent comme lui le courant électrique; par contre, leurs réactions chimiques sont tout à fait différentes de celles du graphite. Comme le prouvent mes recherches sur la nature du carbone graphique, les connaissances acquises dans ce domaine sont encore très imparfaites.

H. Staudinger (Zurich), en collaboration avec K. Miescher.— *Nitrones et nitrènes.*

Pfeiffer désigne sous le nom de nitrones des corps de la formule suivante :



Angeli, en relation avec ses travaux sur les combinaisons *azoxy,* avait déjà proposé autrefois des formules analogues pour les éthers azotés des oximes. Ces corps, comme l'ont démontré les expériences de K. Miescher, sont facilement accessibles par l'action de combinaisons diazoïques aliphatico-aromatiques sur les corps nitrosés. C'est ainsi qu'il a été obtenu, à partir du phényldiazométhane et du nitrosobenzène, un corps identique au produit de la réaction de l'aldéhyde benzoïque sur la phénylhydroxylamime.

$$C_6H_5CHN_2 + C_6H_5N = O \rightarrow C_6H_5CH = \underset{\underset{O}{\|}}{N}\,C_6H_5$$

Une preuve que ces corps revêtent la formule des nitrones résulte du fait qu'ils peuvent se combiner à 1 et 2 molécules de diphénylcétènes, c'est-à-dire qu'ils contiennent 2 doubles liaisons.

Les produits résultant de la réaction de nitrones et d'une molécule de diphénylcétène ont les mêmes propriétés que les β-lactones ; sous l'influence de la chaleur, ils perdent de l'anhydride car-

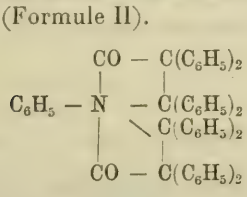
bonique et donnent de nouveaux corps, désignés sous le nom de *nitrènes*.

Les nitrènes et les nitrones sont aux corps nitreux comme les allènes et les cétènes à l'anhydride carbonique :

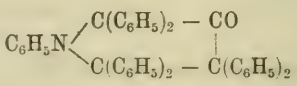
C_6H_5	C_6H_5	C_6H_5
$O = N = O$	$(C_6H_5)_2\,C = N = O$	$(C_5H_5)_2\,C = N = C\,(C_6H_5)_2$
corps nitreux	nitrones	nitrènes
$O = C = O$	$(C_6H_5)_2\,C = C = O$	$(C_6H_5)_2\,C = C = C\,(C_6H_5)_2$
anhydride carbon.	cétènes	allènes

Il n'est pas possible de s'étendre ici davantage sur les réactions des nitrones et des nitrènes; signalons pourtant que les nitrones, comme les cétènes, sont plus fortement colorés et plus actifs que les autres composés.

Le but principal de ce travail était de savoir si les nitrènes peuvent aussi se combiner à 2 molécules de diphénylcétène ; il en résulterait des corps dont l'atome d'azote serait lié par ses 5 valences à l'atome de carbone, corps qui, d'après les théories de Werner, ne peuvent exister (Formule I). On ne put, en effet, les obtenir ; les nitrènes ne se combinent qu'à 1 molécule de diphénylcétène (Formule II).



I



II

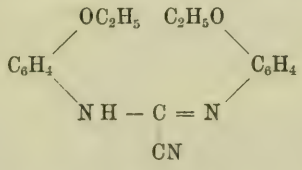
Ph.-A. Guye et Moles (Genève). — *Nouvelles recherches sur l'anomalie de Hinrichs.*

Les auteurs ont étudié une vingtaine de séries de déterminations récentes de poids atomiques par les méthodes classiques et ont constaté que ces déterminations présentent l'anomalie de Hinrichs à des degrés plus ou moins accentués ; l'amplitude de l'anomalie est en moyenne de l'ordre de 1/20,000. Par contre, les déterminations chimiques et physico-chimiques modernes, toutes caractérisées par des pesées dans le vide, ne présentent pas cette anomalie. Les auteurs, en concluent que celle-ci est due aux phénomènes de condensation superficielle qui se produisent sur les corps solides pesés dans l'air : les surfaces métalliques se recouvrent d'une mince pellicule aqueuse; les substances en poudre condensent de l'air.

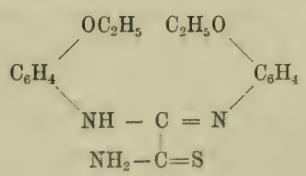
Les auteurs décrivent quelques expériences qui confirment cette manière de voir et les conduisent à retrouver, *a priori*, l'ordre de grandeur de 1/20,000 comme mesure de l'amplitude de l'anomalie de Hinrichs. Ils insistent sur la nécessité de renoncer à l'avenir aux pesées exécutées dans l'air pour toutes les déterminations de poids atomiques; ils recommandent de leur substituer les pesées dans des récipients vides d'air, qui caractérisent les méthodes modernes.

L. Reutter de Rosemont (Genève). Communication reçue par le Président. — *Contribution à l'étude de l'holocaïne.*

En faisant réagir, en présence de 75 grammes de carbonate de plomb et de 100 gr. d'alcool, 32 gr. de thiocarbophénétidine sur 12 gr. de cyanure potassique dissous dans 40 gr. d'eau, nous avons obtenu, après plusieurs heures de macération à 40°, une solution alcoolique, qui, versée dans de l'eau, précipite un dépôt blanc-jaunâtre; celui-ci, repris par de l'éther, donne une solution qui, soumise à la cristallisation spontanée, dépose des prismes jaunes, fusibles à 104°. Ceux-ci possèdent la formule $C^{18}H^{19}N^3O^2$.

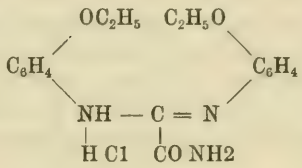


En chauffant entre 30° et 35° et en ayant soin d'agiter continuellement pendant trois jours, 40 gr. du nitrile de la para-diphénétidine avec 150 gr. de sulfure jaune ammonique, nous avons obtenu des prismes jaunes, fusibles à 124°, solubles dans l'alcool, l'éther qui, d'après l'analyse possèdent la formule $C^{18}H^{21}N^3O^2S$. A cette formule doit correspondre la constitution suivante :



Cette substance, chauffée au bain-marie avec de l'acide chlorhydrique fournit des cristaux blanc-jaunâtres, fusibles à 220°, solubles dans l'eau et dans l'alcool, mais insolubles dans l'éther; ce composé a fourni à l'analyse les résultats exigés par la formule $C^{18}H^{22}N^3O^3Cl$.

La constitution correspondant à cette formule est donc la suivante :



Cette substance, réduite par le sodium métallique ou par le bisulfite de soude, ne se transforme malheureusement pas en holocaïne.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

Séance du 4 octobre 1917

Arnold Pictet. Résistance des Lépidoptères à la compression, à l'asphyxie et au froid. — J. Briquet. Quelques nouveaux cas de dissymétrie foliaire hétérogène et fluctuante.

M. Arnold Pictet. — *Résistance des Lépidoptères à la compression, à l'asphyxie et au froid.*

En vue de nous rendre compte, comparativement, du degré de résistance des Lépidoptères, suivant qu'ils sont à l'état d'œuf, de chenille, de chrysalide, ou d'insecte parfait, nous avons entrepris une série d'expériences dont voici le résumé :

I. *Résistance à la compression.*

Pour provoquer la mort rapide d'un Papillon rhopalocère, il suffit de le comprimer pendant une minute au thorax, entre le pouce et l'index ; cette compression agit sur les ganglions thoraciques et sur le vaisseau dorsal, dont il arrête les pulsations.

On comprime la partie antérieure d'une chenille entre deux feuilles de carton, sans cependant qu'il en résulte une blessure, mais assez violemment pour qu'elle devienne aplatie ; cette chenille est laissée dans cette situation, suivant les séries d'expériences, pendant 12 à 18 heures, au bout desquelles elle est absolument rigide, inerte, ayant l'aspect de la mort. Or, quelques heures après avoir été soustraite à la compression, la partie du corps qui a été aplatie reprend peu à peu sa forme cylindrique ; l'animal bouge insensiblement, puis se redresse, marche et va s'alimenter. La métamorphose, dans la suite, est parfaitement viable (Expériences pratiquées avec *Vanessa urticæ et io* et *Papilio podalirius).*

Ainsi, la résistance d'un Papillon à une courte compression est nulle, tandis que sa chenille, quelques jours seulement avant de devenir Papillon, résiste parfaitement à une compression de longue durée, qui atteint, avec les ganglions thoraciques, les deux ou trois premiers centres abdominaux et qui paralyse une plus grande portion du vaisseau dorsal.

II. *Résistance à l'asphyxie provoquée par l'acide prussique.*

Pour tuer de gros Lépidoptères (Bombyx, Sphinx, Noctuelles) au corps velu, au thorax et à l'abdomen épais, la compression entre le pouce et l'index est insuffisante. On utilise alors un flacon de cyanure de potassium, dans lequel on introduit l'insecte que l'on veut tuer. Nous avons utilisé un flacon semblable, dans lequel les Papillons des espèces dont nous avons voulu étudier la résistance, meurent au bout d'environ trois minutes pour les Rhopalocères (*Vanessa urticæ* et *io*, *Pieris rapæ* et *brassicæ*), quatre minutes pour les Noctuelles (*Mamestra brassicæ*) et cinq minutes pour les Bombyx (*Lasiocampa quercus*, *Dendrolimus pini*).

La résistance des chenilles de ces mêmes espèces est étudiée avec le même flacon qui a servi pour étudier celle des Papillons, c'est-à-dire que la puissance d'intoxication est la même pour les larves que pour les adultes. Après une incubation d'une durée variant, suivant les expériences, de 7 à 50 minutes, la chenille est placée au grand air. A la sortie du flacon, elle est molle, flasque, inerte, puis sa reviviscence, comme dans le cas précédent, s'opère graduellement et complétement, en sorte que l'animal peut reprendre sa vie au bout de quelques heures (1 à 33 h.), sans que la suite de son développement soit influencée par l'intoxication prolongée qu'il a subie.

Voici le détail de nos expériences avec des chenilles de *Dendromus pini*.

Taille de la chenille	Durée d'incub. dans le flacon de cyanure	Durée de la mort apparente	Temps requis pour reviviscence complète
Millimètres	Minutes	Heures	Heures
20	7	1	5
40	10	—	1
32	12	3	7
45	15	5	7
28	20	24	30
45	20	5	8
30	30	24	35
75	30	24	30
55	30	24	30
35	30	24	30
55	50	26	33

Il est assez difficile d'établir d'une façon exacte le moment où l'animal a tout à fait repris vie, par le fait du défaut d'observation pendant la nuit; néanmoins, en prenant comme point de comparaison la durée de cinq minutes qu'il faut pour tuer le Pa-

pillon, nous voyons que la résistance de la chenille est au moins dix fois plus forte.

III. — *Résistance à l'asphyxie par immersion dans l'eau.*

Des Papillons sont immergés dans l'eau ; leur mort est rapide.

Nous immergeons des chenilles appartenant aux mêmes espèces ; leur bain se prolonge de 10 à 26 heures, au bout desquelles elles sont rigides, avec les anneaux gonflés, en turgescence remarquable. Sorties et placées à l'air, ces chenilles reviennent graduellement à la vie au bout de 7 à 20 heures; leur développement ne souffre nullement de cette immersion prolongée. (Expériences pratiquées avec *Vanessa urticæ* et *io, Lasiocampa quercus et trifolii*, plusieurs espèces de Noctuelles).

IV. *Résistance à l'asphyxie produite par les vapeurs d'éther ou de chloroforme.*

Dans cette série de recherches, nous étudions la résistance comparée du Papillon et de la chrysalide. L'asphyxie est produite par 3 à 4 gouttes d'éther ou de chloroforme dans un cylindre de verre de 8 centimètres de diamètre sur 18 de hauteur. La mort des Papillons est rapide. Les chrysalides sont placées dans le cylindre dès après leur formation ; très vite, elles deviennent insensibles, tandis que les chrysalides non expérimentées bougent leur abdomen dès qu'on leur pince légèrement le thorax. La mort apparente, marquée par une rigidité et une immobilité complètes, se termine après un temps variable. Voici le tableau *très résumé* de ces expériences :

Espèce	Durée d'incubation	Reviviscence au bout de:
Vanessa urticae et io	de 2 à 18 h. par jour	3 à 30 h.
Pieris rapae et brassicae	1 jour	environ 8 h.
	2 »	» 15 h.
	5 »	» 17 h.
	6 »	» 24 h.
Notodonta ziczac	jusqu'à 7 jours	quelques heures
Mamestra brassicae	» 3 »	»
Malacosoma neustria	1 h. chaque jour pendant 4 jours	$^1/_2$ h. chaque fois
Aporia crataegi	8 heures	environ 12 h.
Acherontia atropos	24 »	» 20 h.

Les papillons qui proviennent de ces chrysalides sont fortement modifiés dans leurs caractères pigmentaires.

V. *Résistance à l'abaissement de la température.*

On sait que les insectes peuvent supporter des froids considérables, jusqu'à 20° au-dessous de zéro; pendant l'hibernation, la durée de refroidissement dure très longtemps. Nous avons surtout recherché la résistance au froid et la longévité de Papillons qui volent pendant l'été, c'est-à-dire qui ne subissent jamais l'abaissement de la température et que nous avons pu faire éclore en automne; les chenilles de ces Papillons, au contraire, ont, dans leur vie habituelle à supporter les rigueurs de l'hibernation. Cette étude comparée nous a amené aux résultats suivants :

Série	Espèce	Température subie	Moyenne de la longév. (en jours)
1	*Dendrolimus pini* ♂	16 à 18°	15
2	» ♂	16 à 20°	9
3	» ♀	16 à 20°	15
4	» ♂	— 2 à + 15°	42
5	» ♂	— 4 à + 15°	31
6	» ♂	— 4 à + 18°	27
7	» ♂	0 à + 22°	17
8	» ♀	— 2 à + 16°	27
9	» ♀	— 4 à + 18°	40
10	» ♀	0 à + 22°	25
1	*Lasiocampa quercus* ♀	18 à 25°	7
2	♀	16 à 18°	17
3	♀	3 à 20°	16
4	♀	1 à 17°	27
5	♀	— 2 à + 17°	37
6	♀	— 4 à + 16°	51
1	*Ocneria dispar* ♀	15°	15
1	*Abraxas grossulariata*	— 4 à + 15°	12

Il y a lieu de remarquer que, normalement, les Papillons expérimentés volent en juillet et août, où la température est toujours supérieure à 20°. La durée de leur vie normale est d'environ dix jours. L'action du froid, en conséquence, a pour effet d'augmenter la longévité par suite du ralentissement des énergies vitales dépensées, et la prolongation de la vie est en raison directe de l'abaissement de la température. Quant aux chenilles, dans leur élément naturel, elles supportent parfaitement les plus grands froids pendant les six mois de l'hiver, sans souffrir.

V. *Résistance des chenilles au jeûne.*

Les chenilles des espèces expérimentées ont la faculté d'échapper à la mort par inanition en se métamorphosant en chrysalide. Si la nourriture est interrompue avant la dernière mue larvaire,

celle-ci peut être supprimée par la métamorphose nymphale. Dans quelques cas, la chrysalidation peut survenir avec l'avant-dernière mue. Plus jeunes, les chenilles ne supportent pas l'inanition. Quant aux Papillons des mêmes espèces, qui sont de ceux qui butinent les fleurs, leur résistance à l'inanition ne dure que 6 à 8 jours. (Expériences pratiquées avec *Papilio machaon Pieris rapæ* et *brassicæ, Aporia cratægi, Vanessa io, urticæ, polychloros* et *atalanta, Lasiocampa quercus, Ocneria dispar, Psilura monacha, Porthesia chrysorhœa, Malacosoma neustria).*

Ces expériences nous amènent à conclure que vis-à-vis d'une même action entraînant la mort, les chenilles et les chrysalides sont énormément plus résistantes que leurs Papillons. Une courbe, dressée d'après les données qui précèdent, montre que la résistance croit graduellement avec l'âge de la chenille et de la chrysalide et diminue brusquement dès l'éclosion de cette dernière. Il a lieu de remarquer encore, que dans plusieurs cas, la chenille et la chrysalide ont survécu à l'expérience quelques jours avant de devenir Papillon ; or, celui-ci, si peu plus âgé, ne résiste pas à la même action.

Cette augmentation de la résistance larvaire et nymphale, comparativement à celle du Papillon, est conforme à ce qui se produit à l'état naturel, où les chenilles ont une vie généralement plus longue que l'insecte parfait et ont, par conséquent, à faire face à une plus grande somme de dangers et de conditions difficiles que ce dernier.

Dans nos expériences, cette supériorité de résistance des larves et des chrysalides pourrait s'expliquer, en ce qui concerne l'asphyxie, par un pouvoir d'occlusion des stigmates plus grand chez elles que chez l'adulte, de même que par un revêtement chitineux plus épais. Il se pourrait encore que les réserves graisseuses, si abondantes chez les insectes à l'état de larve et de nymphe, facilitent la résistance, en augmentant leur énergie vitale. Mais il y a lieu de considérer aussi l'état physiologique individuel des larves par rapport à celui des insectes parfaits. Quoiqu'il en soit, les vapeurs d'éther et de chloroforme agissent bien sur le sang des chrysalides, puisque leurs Papillons en sont modifiés dans leur pigmentation. De même que, dans les expériences d'immersion, l'eau pénètre bien dans le corps des chenilles, puisque celles-ci deviennent turgescentes.

J. Briquet. — *Quelques nouveaux cas de dissymétrie foliaire hétérogène et fluctuante.*

Dans une note antérieure [1], nous avons signalé l'existence,

[1] J. Briquet, Nouvelles remarques sur la dissymétrie foliaire hétérogène chez les Ombellifères. *Arch.*, 4me pér., XLIV, p. 220-225 (1917).

chez le *Pastinaca sativa* L., d'un remarquable polymorphisme dans la dissymétrie des segments foliaires latéraux. Certaines feuilles présentent une dissymétrie homogène à segments latéraux tous développés du côté basiscope, tandis que d'autres ont une dissymétrie hétérogène : les segments inférieurs se distinguent des supérieurs par une dissymétrie acroscope. Nous ajoutions que ce phénomène de dissymétrie « fluctuante » était peut-être unique dans le règne végétal. Or, cette prévision ne s'est nullement réalisée. Bien plus, les observations qu'il nous a été donné de faire récemment, tendent à montrer que les phénomènes de cet ordre sont probablement assez répandus chez les Dicotylédones, et ont seulement échappé jusqu'ici aux botanistes, parce que leur attention n'était pas spécialement dirigée sur les faits de dissymétrie. Les observations auxquelles nous venons de faire allusion se rapportent à quatre familles très différentes : les Rosacées, les Oléacées, les Caprifoliacées et les Valérianacées.

Rosacées. — Le *Filipendula Ulmaria* Max. *(Spiraea Ulmaria* L.*)* est un type étudié depuis longtemps par les morphologistes à cause de ses singulières feuilles composées appartenant à la catégorie des « imparipennées interrompues ». Entre la foliole terminale tri-quinquépalmée et les paires de folioles latérales normales, pourvues de stipelles, viennent s'intercaler des folioles très petites et irrégulières. En outre, les stipules sont fortement dissymétriques, le côté abaxial étant favorisé, ce qui — ainsi que l'a justement remarqué M. Gœbel ([1]) — est justifié au point de vue biologique, lorsqu'on envisage les fonctions de protection des stipules à l'égard du bourgeons axillaire. En revanche, la dissymétrie hétérogène des folioles latérales, surtout des majeures, paraît avoir échappé à nos prédécesseurs ([2]). Les paires de folioles majeures sont au nombre de 3 à 6, à folioles de grandeur décroissante du sommet vers la base du rachis, à ce point que les plus inférieures passent insensiblement, comme forme et dimensions, aux folioles mineures intercalées. La forme des folioles supérieures est assez variable, tantôt ovée, tantôt elliptique, voire oblongue ; les marges sont irrégulièrement lobulées, à lobules dentés en scie et surdentés. Les folioles supérieures sont dissymétriques, à dissymétrie *basiscope :* le diamètre du demi-limbe, mesuré de la nervure médiane aux marges sur la ligne de

[1]) K. Gœbel, Organographie der Pflanzen, éd. 2, I., p. 269 (1913).

[2]) La figure donnée par M. Velenovsky [Vergleichende Morphologie der Pflanzen, p. 496, fig. 320 (1907)] ne fait nullement ressortir la dissymétrie hétérogène des folioles ; l'auteur n'en fait pas non plus mention dans le texte. Au surplus, le chapitre des faits de dissymétrie dans les folioles ou segments folaires latéraux est à peine traité dans l'ouvrage de M. Velenovsky.

largeur maximale de la foliole, est toujours plus considérable du côté basiscope que du côté acroscope (exemples en mill.[1]: *a* 17 : *b* 21 ; *a* 14 : *b* 20; *a* 14 : *b* 17; *a* 11 : *b* 13, etc.). La paire ou les paires de folioles inférieures sont, au contraire, dotées d'une dissymétrie *acroscope ;* le demi-limbe acroscope est toujours plus grand que le demi-limbe basiscope et les mesures effectuées comme ci-dessus donnent des chiffres tels que : *a* 16 : *b* 14 ; *a* 18 : *b* 13; *a* 15 : *b* 10 ; *a* 12 : *b* 8 ; *a* 8 : *b* 5, etc.). Cette différence est généralement rendue encore plus apparente par le développement plus grand des lobules du côté favorisé : basiscope pour les paires supérieures, acroscope pour les inférieures. Au cours d'un examen de centaines de feuilles du *Filipendula Ulmaria,* observées au bord des marais de Sionnet (Genève), complété par l'étude d'abondants matériaux d'herbier provenant d'Europe et de l'Amérique du Nord, nous n'avons pas relevé une seule exception à cette règle. La dissymétrie acroscope des segments inférieurs est parfois peu marquée; elle exige alors pour être constatée d'exactes mensurations millimétriques, mais jamais les folioles inférieures ne présentent de dissymétrie basiscope.

Le *Filipendula Ulmaria* est donc une espèce caractérisée *par une dissymétrie hétérogène constante des folioles latérales, surtout majeures.* Elle pourra, peut-être dans la suite, se prêter mieux que d'autres, pour ce motif, à une étude des causes ontogéniques de la dissymétrie.

Oléacées. — Le *Fraxinus excelsior* L. possède des feuilles composées imparipennées à 4—6 paires de folioles cunéiformes et subsessiles à la base, oblongues ou lancéolées, à marges dentées plutôt superficiellement en dehors de la région basilaire cunéiforme entière. Nous avons observé sur ce frêne, aux environs de Boudry (Neuchâtel), en septembre 1917, une dissymétrie foliaire à caractères *fluctuants.* Mais la constatation de ce phénomène exige une certaine attention à cause de la simplicité relativement très grande de la forme des folioles. Il n'y a, en effet, pas de différence entre les dents des marges acroscope et basiscope des folioles, ou la différence est le plus souvent imperceptible. On en est donc réduit à la mensuration millimétrique des demi-limbes, les chiffres étant établis (comme pour l'espèce précédente) sur la ligne de largeur maximale des folioles. C'est dans ces conditions que nous avons relevé les cas suivants :

1° Feuilles présentant des folioles toutes symétriques, ou à dissymétrie ne s'exprimant qu'en fractions de millimètres; cas assez fréquent.

[1]) Dans ces notations, nous désignons par *a* la partie acroscope, par *b* la partie basiscope du limbe foliolaire, parties que sépare la nervure médiane.

2° Dissymétrie homogène basiscope : toutes les folioles ont le demi-diamètre basiscope plus grand que le demi-diamètre acroscope (exemples en mill. : *a* 8 : *b* 9 ; *a* 11 : *b* 13 ; *a* 12 : *b* 14, etc.) ; ce cas est assez fréquent.

3° Dissymétrie *hétérogène* : les folioles supérieures sont dotées de dissymétrie *basiscope*, les inférieures de dissymétrie *acroscope* (exemples en mill. : folioles supérieures *a* 15 : *b* 18 ; *a* 9 : *b* 11 ; *a* 7 : *b* 9 ; *a* 5 : *b* 8 ; folioles inférieures *a* 18 : *b* 16 ; *a* 14 : *b* 10 ; *a* 11 : *b* 8) ; ces cas sont très fréquents.

4° Dissymétrie *homogène acroscope* : toutes les folioles ont un demi-diamètre acroscope plus considérable que le demi-diamètre basiscope ; nous avons relevé des exemples où les chiffres pour la paire de segments *culminaux* étaient encore : *a* 18 : *b* 15 ; *a* 19 : *b* 16 ; ce cas est aussi assez fréquent.

Somme toute, le polymorphisme de dissymétrie est encore plus grand dans le *Fraxinus excelsior* que dans le *Pastinaca sativa* L., mais il est moins apparent, accompagné de moins de complications morphologiques, et ne peut guère s'exprimer que par des rapports numériques. Nous avons relevé à plusieurs reprises tous les cas ci-dessus mentionnés, avec des termes intermédiaires, sur les feuilles d'un seul et même arbre. — D'après l'examen de matériaux d'herbier, le *Fraxinus Ornus* L. du midi de l'Europe, présente un polymorphisme de dissymétrie foliaire tout à fait comparable à celui du *Fraxinus excelsior*.

Caprifoliacées. — Le *Fraxinus excelsior* était accompagné aux environs de Boudry par le *Sambucus nigra* L. Ce sureau présente beaucoup d'analogies avec le frêne, au point de vue qui nous occupe. Les feuilles sont composées imparipennées à 2, rarement 3 paires de folioles latérales, à folioles plus courtes et plus larges, plus ovées, densément dentées en scie, à dents convexes extérieurement et souvent surdentées. Ici encore, la dissymétrie des folioles ne peut s'exprimer nettement que sous la forme d'un rapport numérique, en mesurant les demi-diamètres acroscope et basiscope suivant la ligne de plus grande largeur de la foliole. Nous avons observé les cas suivants, reliés par des intermédiaires :

1° Feuilles présentant des folioles toutes symétriques ou à dissymétrie obscure, ne s'exprimant qu'en fractions de millimètres ; ce cas est assez fréquent.

2° Feuilles à dissymétrie basiscope homogène : la dissymétrie des folioles est rendue par des chiffres tels que *a* 15 : *b* 17 ; *a* 14 : *b* 16 ; *a* 10 : *b* 13, etc. ; elle s'exprime aussi souvent morphologiment par le fait que le limbe descend plus bas sur le pétiolule du côté acroscope ; ce cas est fréquent.

3° Feuilles à dissymétrie *hétérogène* : la paire inférieure de folioles est favorisée du côté acroscope (exemple : *a* 12 : *b* 10),

tandis que la paire supérieure est plus développée du côté basiscope ; ce cas paraît être rare : nous n'en avons vu que 2 ou 3 exemples dans la localité citée. — Au total, polymorphisme de dissymétrie moindre dans le sureau que dans le frêne.

Valérianacées. — Le *Valeriana officinalis* L.(1), étudié en nombreux exemplaires entre Vandœuvres et Chêne (Genève, septembre 1917), présente des feuilles basilaires longuement pétiolées, à rachis plus court que le pétiole et portant 2 à 4 paires de segments latéraux. Les segments, non exactement opposés, sont ovés ou ovés-oblongs, parfois sublancéolés, grossièrement et lâchement dentés. Nous avons relevé les cas suivants :

1° Dissymétrie homogène basiscope parfaite : les segments supérieurs ont un demi-diamètre basiscope dépassant notablement le demi-diamètre acroscope, à limbe souvent décurrent sur le rachis ; les suivants (en descendant) sont « pétiolulés », à demi-diamètre basiscope favorisé ; les inférieurs sont plus longuement « pétiolulés » et cunéiformes à la base, à décurrence plus marquée sur le « pétiolule » du côté basiscope ; ce cas extrême est peu fréquent.

2° Dissymétrie homogène basiscope, *avec tendance à la dissymétrie hétérogène :* les segments inférieurs présentent une décurrence très marquée sur le « pétiolule » du côté acroscope ; du côté basiscope, cette décurrence manque et il se forme ainsi un sinus arrondi, comme si le limbe avait été découpé au ciseau. A ce point de vue, le côté acroscope est évidemment favorisé, mais la mesure du demi-diamètre passant par la ligne de plus grande largeur du segment est en faveur du côté basiscope (exemples : *a* 25 : *b* 35 ; *a* 20 : *b* 25 !).

3° Dissymétrie *hétérogène :* comme ci-dessus, mais les segments inférieurs sont dotés d'une dissymétrie nettement *acroscope*. Non seulement il y a une décurrence marquée du limbe sur le « pétiolule » du côté acroscope, mais encore le demi-diamètre du limbe est plus grand du côté acroscope que du côté basiscope (exemple : *a* 20 : *b* 17).

La note qui précède signale donc — outre un nouvel exemple intéressant de dissymétrie foliaire hétérogène constante *(Filipendula)* — quatre cas de dissymétrie des folioles ou segments foliaires à caractères fluctuants. Il n'est, dès lors, guère douteux que les exemples de ce phénomène ne soient destinés à s'augmenter dans la suite. Partout, comme chez les Ombellifères, le recouvrement des folioles ou segments à dissymétrie hétérogène est évité par l'allongement harmonique des « entrenœux » du rachis.

(1) Il s'agit ici exactement du *Valeriana officinalis* L. subsp. *eu-officinalis* Briq. et Cav. var. *lalifolia* Vahl.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 14 décembre 1916.

A. Bach. Recherches sur les ferments réducteurs. — A. Pictet et I. Lerczynska. Action du chlorure d'aluminium sur le pétrole.

M. A. Bach rend compte des recherches qu'il a entreprises pour déterminer l'influence exercée par la nature des aldéhydes sur la *réduction des nitrates* par le système perhydridase + aldéhyde + eau. Il a examiné comparativement la perhydridase du lait frais (enzyme de Schardinger) et celle de la pomme de terre et, d'autre part, les aldéhydes suivantes : chloral, furfurol, citral, citronellal, pipéronal, aldéhydes formique, acétique, valérianique, benzoïque, para- et ortho-oxybenzoïques, méta-nitro- et méta-chlorobenzoïques. Il a observé que la perhydridase du lait n'utilise ni le chloral, ni l'aldéhyde méta-nitrobenzoïque, et n'utilise que peu l'aldéhyde méta-chlorobenzoïque pour la réduction des nitrates, tandis que la perhydridase de la pomme de terre utilise presque indifféremment toutes les aldéhydes examinées. Il en conclut que la perhydridase est adaptée à la fonction aldéhydique ; sa spécificité est d'ordre fonctionnel et est sans relation avec la structure du substratum. L'image de la clef et de la serrure, destinée à illustrer cette relation, n'est donc pas applicable à la perhydridase.

M. le prof. Amé Pictet a étudié, avec Mme I. Lerczynska, *l'action du chlorure d'aluminium sur le pétrole.* Lorsqu'on chauffe légèrement une des fractions supérieures de la distillation des pétroles (huile lampante, huile de graissage ou paraffine) après y avoir introduit une petite quantité (10 % environ) de

chlorure d'aluminium, on voit ce sel se dissoudre en communiquant au liquide une couleur brun foncé. Si l'on soumet ensuite celui-ci à la distillation fractionnée, on recueille d'abord, entre 40 et 140°, une fraction qui possède toutes les propriétés de la benzine de pétrole et peut servir aux mêmes usages. La quantité de cette *benzine artificielle* varie avec la nature et la provenance du produit initial ; l'huile lampante de Galicie en fournit 50 % de son poids, celle de Bakou 40, l'huile de graissage de Bakou 31, la paraffine de Galicie 35, etc.

Si, après avoir recueilli cette première fraction, on poursuit la distillation jusqu'à 400°, on obtient des produits de plus en plus lourds, et il reste finalement un résidu noir et visqueux qui, une fois debarrassé du chlorure d'aluminium par des lavages à l'eau, présente dans toutes ses propriétés une grande analogie avec l'asphalte. Sa quantité varie également (entre 11 et 56 %) avec l'origine du pétrole.

Les auteurs ont surtout étudié la benzine et le résidu solide obtenus à l'aide d'une huile de graissage de Bakou (densité 0,907, point d'ébullition au-dessus de 300°). Ils ont trouvé que la benzine est formée d'un mélange de 35 % d'hydrocarbures saturés de la série grasse (C_6H_{14} et C_7H_{16}) et de 65 % d'hydrocarbures saturés cycliques (C_7H_{14} et C_8H_{16}). Son pouvoir calorifique est plus élevé que celui de la benzine *naturelle*, obtenue par simple distillation du pétrole brut du Caucase (11386 cal. au lieu de 11200). Cette différence provient de ce que la benzine naturelle ne contient que des carbures en C_nH_{2n}, tandis que la benzine artificielle est constituée pour un tiers de carbures aliphatiques en C_nH_{2n+2}. La formation de ces derniers sous l'influence du chlorure d'aluminium est très probablement dûe à une séparation des chaînes latérales ouvertes qui sont attachées aux noyaux saturés des naphtènes. Ces chaînes entraînent avec elles des atomes d'hydrogène de ces noyaux ; par ce fait, ces noyaux deviennent ceux de carbures aromatiques incomplètement saturés, corps qui, comme on le sait, ont une grande tendance à se polymériser. C'est cette polymérisation qui donnerait naissance au résidu solide dont la formation est concomitante à celle des hydrocarbures légers et dont les propriétés sont très voisines de celles de l'asphalte.

On admet généralement que l'asphalte est un produit de transformation du pétrole ; mais on n'est pas d'accord sur l'agent de cette transformation. La plupart des auteurs le voient dans l'oxygène de l'air ; mais d'autres ont regardé comme plus probable l'intervention d'un catalyseur, de nature du reste inconnue. On voit que les expériences décrites ici sont en faveur de cette dernière hypothèse.

Séance du 25 janvier 1917.

Ph. A. Guye et E. Moles. Sur l'anomalie de Hinrichs. — Ph. A. Guye et Th. Renard. Répartition des écarts dans la détermination des poids atomiques. — A. Bach. Action de l'hydroxylamine sur le ferment réducteur du lait. — S. Reich. Essais relatifs à l'empêchement stérique.

M. le prof. Ph. A. Guye a entrepris, avec M. E. Moles, l'étude systématique de l'*anomalie de Hinrichs*, d'après laquelle la valeur d'un rapport atomique est fonction du poids de substance employé. Les auteurs ont utilisé dans ce but le matériel d'expériences le plus récent, qu'ils subdivisent en trois groupes : déterminations chimiques classiques (dont le type est représenté par la technique de Harvard), déterminations chimiques modernes, déterminations physico-chimiques. Ils ont constaté que les déterminations chimiques classiques présentent l'anomalie de Hinrichs, tandis qu'on ne l'observe pas pour les deux autres groupes de déterminations. Pour les premières, les corps sont pesés dans l'air ; pour les deux autres les pesées se font toujours dans des récipients vides d'air. Ils en concluent que l'anomalie de Hinrichs est due à la condensation superficielle d'une pellicule gazeuse. A l'appui de de cette interprétation, ils ont déterminé sur un bloc d'argent (80 grammes) et sur un bloc d'or (29,5 gr.) les variations que peuvent produire ces condensations superficielles, et ils ont reconnu qu'elles sont de l'ordre de 0,6 mgr. pour le premier et de 0,2 mgr. pour le second. S'inspirant, d'autre part, d'expériences faites au laboratoire de M. Le Châtelier sur les altérations des densités des corps pulvérisés du fait de ces condensations, ils ont déterminé la densité d'un échantillon d'oxyde de zinc (technique) privé d'air ou contenant de l'air ; ils ont obtenu les chiffres 5,61 et 5,39. Le poids d'air ainsi retenu par la poudre représente environ 0,00009 % du poids de cette poudre. Les auteurs concluent de leurs diverses constatations que l'on ne peut éviter l'anomalie de Hinrichs dans une détermination de poids atomique qu'en pesant tous les corps dans des récipients vides d'air, ainsi qu'on le pratique dans les laboratoires qui ont adopté la technique expérimentale moderne. De la discussion détaillée des phénomènes résulte également qu'on ne peut apporter aucune correction précise aux déterminations antérieures qui présentent l'anomalie de Hinrichs.

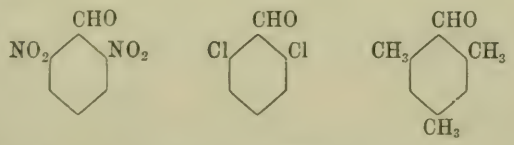
MM. Ph. A. Guye et Th. Renard ont repris aussi, au moyen du matériel d'expériences le plus récent en matière de déterminations de poids atomiques, l'étude de la *répartition des écarts* dans une même série d'expériences. MM. Guye et Mallet avaient

déjà constaté en 1904 que dans les meilleures séries de déterminations de poids atomiques alors connues, les écarts sur la moyenne ne suivent pas les lois du calcul des probabilités. MM. Guye et Renard constatent maintenant aussi que le nombre des grands écarts est toujours trop grand par rapport à celui des petits écarts, et cela pour les trois catégories de déterminations considérées dans la communication précédente. On peut encore reconnaître que les lois du calcul des probabilités ne sont pas satisfaites, en comparant, dans une même série, les deux manières de calculer l'erreur probable. On obtient ainsi deux valeurs très différentes. De là résulte que le calcul de l'erreur probable, que l'on trouve à la suite de nombreuses déterminations de poids atomiques, n'a pas grand sens réel. Il serait dès lors plus simple de calculer, à la suite de chaque série : 1° l'écart moyen absolu par rapport à la moyenne, comme mesure de la précision ; 2° l'écart moyen algébrique, comme mesure de la dissymétrie des observations ; 3° l'écart quadratique moyen, comme mesure de leur dispersion.

Les auteurs concluent de cette étude, ou que le nombre des observations d'une série de déterminations de poids atomique est trop petit pour que l'on puisse leur appliquer le calcul des probabilités, ou que ces déterminations recèlent encore une cause d'erreur générale qui a échappé jusqu'à présent aux expérimentateurs.

M. A. Bach fait une communication concernant l'*action de l'hydroxylamine sur le ferment réducteur du lait.*

M. S. Reich décrit quelques esssais relatifs à l'hypothèse de l'*empêchement stérique*. Dans cette hypothèse, des trois aldéhydes suivantes :



la première devrait réagir plus difficilement que la seconde, et celle-ci que la troisième, vu que le poids des substituants va en diminuant dans la série $NO_2 \rightarrow Cl \rightarrow CH_3$. Or l'expérience a donné à M. Reich un résultat inverse. L'aldéhyde 2,6-dinitrobenzoïque est transformée intégralement en acide dinitrocinnamique lorsqu'on la chauffe avec de l'acétate de soude et de l'anhydride acétique pendant 2 heures à 140-150°. Dans les mêmes conditions, l'aldéhyde dichlorobenzoïque ne donne qu'un rendement de 30-40 % en acide dichlorocinnamique, et il faut porter la tempé-

rature à 180° et chauffer pendant 8 heures pour que ce rendement atteigne 80 %. Quant à l'aldéhyde triméthylbenzoïque, il n'a pas été possible de la convertir en acide triméthylcinnamique.

Le pouvoir réactionnel des aldéhydes diortho-substituées soumises à la réaction de Perkin augmente donc avec le poids des groupes situés en ortho, ce qui est contraire à l'hypothèse. Il est probable que l'influence stéréochimique du chlore et du groupe NO_2 est masquée par leur influence purement chimique, qui est de nature à exalter le pouvoir réactionnel du groupe aldéhydique.

L'action du bromure de phénylmagnésium sur le groupe $COOC_2H_5$ est considérablement affaiblie lorsque ce groupe est encadré de deux atomes de chlore. En revanche, le groupe CHO, placé dans la même situation, ne perd rien de son pouvoir de réaction : l'aldéhyde 2,6-dichlorobenzoïque est facilement attaquée par le bromure.

Les aldéhydes benzoïques di-ortho-substituées, telles que la 2,6-dinitrobenzaldéhyde, réagissent facilement avec l'aniline, tandis qu'inversément les anilines di-ortho-substituées, telles que la trinitraniline symétrique, ne réagissent pas avec l'aldéhyde benzoïque.

A. P.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

D'OCTOBRE 1917

Les 1 et 2, brouillard le matin.
le 3, rosée le matin.
4, pluie vers la fin de la nuit.
5, pluie de 7 h. à 10 h. du matin et de 1 h. 15 à 4 h. du soir.
6, rosée le matin, pluie de 9 h. à 10 h. du soir et dans la nuit, neige sur le Jura.
7, gelée blanche le matin, pluie de 9 h. 30 à 10 h. du soir et dans la nuit, neige sur les montagnes environnantes.
8, petites pluies le matin, de 5 h. à 10 h. du soir et dans la nuit.
9, pluie de 7 h. du matin à 3 h. du soir, de 5 h. à 10 h. du soir et dans la nuit.
10, pluie de 7 h. 30 du matin à 10 h. du soir et dans la nuit.
11, pluie de 7 h. du matin à 3 h. du soir, à 10 h. du soir et dans la nuit.
12, pluie de 1 h. à 10 h. du soir et dans la nuit..
13, pluie de 6 h. à 10 h. du soir et dans la nuit, orage au S. à 6 h. 47 du soir.
14, pluie de 9 à 10 h. du matin, de 4 h. 10 à 10 h. du soir et dans la nuit.
15, pluie de 7 h. à 8 h. du matin et de 3 h. 50 à 5 h. du soir.
16, gelée blanche le matin.
17, brouillard le matin.
18, gelée blanche le matin, pluie de 8 h. à 10 du soir et dans la nuit.
19, pluie de 8 h. à 11 h. du matin, rosée le soir.
20, gelée blanche le matin.
23, gelée blanche le matin, pluie de 6 h. à 10 h. du soir et dans la nuit.
24, pluie de 7 h. à 9 h. du matin, neige de 1 h. 50 à 2 h. du soir, forte gelée blanche le soir; **première gelée blanche à glace de la saison ;** neige sur les montagnes environnantes.
25, pluie de 9 h. du matin à 4 h. du soir.
26, gelée blanche le matin.
27, pluie de 10 h. 5 du matin à 10 h. du soir et dans la nuit.
28, pluie de 9 h. du matin à 6 h. 10 du soir.
29, gelée blanche matin et soir
30, très forte gelée blanche matin et soir.
31, gelée blanche le soir.

GENÈVE — OCTOBRE 1917

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm										h.	mm.	
1	33.1	32.5	32.7	32.73	+ 5.87	31.5	33.6	NE. 0	NNE. 1	E. 1	var.	2.5	9	0	0	3	6.1	....	....
2	32.2	31.0	30 0	31.14	+ 4.31	29.3	32.5	E. 0	E. 0	NW. 1	calme	1.6	10	0	0	3	5.2	....	....
3	29.3	29.6	30.1	29.64	+ 2.85	28.7	30.4	W. 1	NNE. 1	SSW. 1	SSW. 1	2.4	9	9	9	9	0.6	....	....
4	29.0	26.8	26.1	27.57	+ 0.81	25.5	29.5	S. 1	SSW. 1	SSW. 2	SSW. 1	12.2	2	1	0	3	**10.0**	1.0	1
5	24.2	25.8	28.5	26.13	- 0.60	24.1	29.2	W. 1	SSW. 1	NW. 1	SSW. 1	10.6	9	9	8	7	1.5	7.8	6
6	29.6	27.9	25.8	28.02	+ 1.33	25.4	29.9	S. 1	SE. 1	SW. 1	SW. 1	8 8	2	7	10	6	7.1	1.8	3
7	29.5	28.9	26.4	27.90	+ 1.25	24.6	29.8	SW 1	SW. 1	SW. 1	SSW. 1	9.0	1	1	10	4	9.3	9.0	4
8	24.5	26.2	24.8	25.01	- 1.62	22.2	26 4	SSW. 1	SSW. 1	NW. 1	SSW. 2	**14.8**	9	10	10	10	0.0	5.2	9
9	20.6	20.9	17.8	20.22	- 6 38	16.5	22.2	SSW. 2	SW. 2	SW. 1	SSW. 1	12.0	9	10	10	10	0.8	4.6	16
10	15.0	18.9	19.7	17 78	- 8.79	15.0	19.8	SW. 2	S. 1	SW. 1	SW. 1	2.6	9	10	10	10	0.0	20.2	**21**
11	17.8	20.0	25.1	20.94	- 5.60	17.8	26.2	SSW. 1	NW. 1	SSW. 1	var.	1.8	10	9	10	10	0.0	11.6	10
12	24.7	22.5	20.9	23.28	- 3.23	20.1	26.3	SE. 1	W. 1	W. 1	SW. 1	4.4	4	10	10	9	0.5	14.0	13
13	17.1	15 8	18.9	17.20	- 9 28	14.9	20.1	SW. 2	SW. 2	SSW. 1	SW. 1	6.5	10	9	10	9	0.4	23.5	10
14	19.6	20.4	23.8	20.92	- 5.53	19.3	24.1	NE. 1	SW. 1	SE. 1	calme	1.5	2	8	10	8	3.7	5.0	10
15	25.6	27.8	31.4	27.80	+ 1 38	24.1	33.0	SE. 0	SSW 1	NE 1	calme	1.1	9	3	3	5	2.4	1.4	2
16	33.9	32.9	32.0	32.90	+ 6.50	31 2	34.1	NE. 1	NW. 1	NNW. 1	NNE. 1	1.9	9	2	0	3	6.9	....	....
17	28.7	27.7	27.7	28.45	+ 2.08	26.8	31.2	NE. 1	NE. 1	N. 1	var.	1.8	10	9	0	5	2.4	....	....
18	27.3	26.1	27.4	26.91	+ 0 56	25.7	27.8	NE. 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1.9	2	7	10	6	5.9	6.6	8
19	28.4	30.4	32.0	29 89	+ 3.56	27.8	32.2	S. 1	SSW. 0	E. 1	calme	1.1	9	9	7	7	0.0	2.6	3
20	32.5	32.4	33.1	32.65	+ 6.34	32.1	33.2	SE 1	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 1	6.1	8	1	2	4	7.9	....	....
21	33.5	33.5	34.4	**33.77**	**+ 7.48**	32.9	**34.6**	E. 1	NNE. 1	NE 1	NE. 1	2.7	9	9	10	9	0.8	....	...
22	34.4	33.0	31.6	33.25	+ 6.98	31.0	**34.6**	E. 1	NNW. 1	SE. 1	var.	1.9	10	8	0	5	2 7	....	....
23	28 5	24.5	21.6	25.50	- 0.75	20.5	31.0	SE. 0	SSW. 1	SSW. 1	calme	1.0	9	0	10	7	4.8	8.0	9
24	22.9	26.0	30.1	25.29	- 0.95	20.4	30.1	SSW. 1	NE 1	NE. 1	NE. 1	2.0	10	8	0	5	2.8	2.0	4
25	27.6	26.1	29.1	27.85	+ 1.63	25.8	29.6	NW. 1	W. 1	SE. 1	var.	2.1	9	9	3	8	1.7	1.3	7
26	28.1	25.3	24.9	26.58	+ 0.37	24.0	29.5	SSE. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	3 8	0	2	5	2	9.1	....	....
27	23.6	19.8	16.1	20.38	- 5.82	15.8	25.0	SSW. 1	WNW. 1	NW. 1	WNW. 1	3.4	9	10	10	10	0.0	**37.0**	17
28	14.2	11 0	19 0	**14.54**	**- 11.64**	**10.4**	23.0	W. 1	NNE. 1	SSW. 1	SSW. 1	2.0	3	10	10	9	0.0	10.8	9
29	25.6	27.0	29.2	26.76	+ 0.59	23.0	29 3	SSW. 1	NW. 1	NNE 1	NNE. 1	2.9	8	1	0	2	7.4	....	....
30	27.1	24.1	24.9	25.95	- 0 22	23.6	29.2	NNE. 1	NNE 1	NNE. 1	NNE. 1	2.2	9	0	0	3	6.8	....	....
31	26.1	27.2	28.9	27.05	+ 0.89	25.2	29.6	NNE. 1	NNW. 1	N. 1	calme	1.4	10	3	9	6	4.0	....	....
Mois	26.26	25.88	26.59	26.27	- 0.24							4.19	7.4	5.9	6.0	6.4	110.8	173.4	162

GENÈVE — OCTOBRE 1917

Jour du mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm
1	12.2	17.4	13.8	14.61	+ 2.20	10.8	18.6	95	74	93	89	+ 8	70	98	19.1	+ 3.4	1705
2	11.9	20.0	14 1	14 53	+ 2.29	10.0	20.3	98	74	93	91	**+10**	71	99	18.8	+ 3.2	1700
3	11.4	17.8	16.5	14.86	+ 2.78	10.0	19.0	95	73	76	84	+ 3	67	97	18.6	+ 3.2	1700
4	14.2	22.8	16.5	**17.52**	**+ 5.61**	13.2	**22.8**	87	58	72	71	-10	56	88	18.7	+ 3.4	1700
5	14 3	14.8	7 7	13.21	+ 1.47	6.5	17.3	85	66	86	73	- 8	45	91	12.6	- 2.6	1705
6	5.4	11.2	7.6	8.40	- 3.17	4.5	13.7	88	52	79	73	- 8	50	94	10.3	- 4.8	1700
7	4 2	13.4	11.9	8.98	- 2.42	2.5	13.6	85	45	58	**65**	**-16**	**41**	86	—	—	1690
8	9.4	11.6	7.9	9.85	- 1.38	7.0	12 8	71	64	94	76	- 6	62	96	11.2	- 3.6	1720
9	13.0	14.6	16.0	14.45	+ 3.40	7.2	16.2	72	80	76	74	- 8	55	90	7.8	- 6.9	1700
10	16.0	9.8	7.3	11.69	+ 0.81	6 3	17.0	70	93	90	83	+ 1	64	95	7.2	- 7.4	1755
11	6.1	6.4	5.2	5.85	- 4.86	2.3	8.0	96	90	94	92	**+10**	71	97	6.5	- 8.0	1760
12	3.5	7.2	7.5	5.94	- 4.59	2.0	9.0	95	76	92	87	+ 5	64	97	10.2	- 4.1	1830
13	14.0	14.2	7 1	12.18	+ 1 82	6.0	17.0	62	68	96	77	- 5	55	98	12.5	- 1.7	1820
14	5.0	12.8	6.7	7.24	- 2.94	3.9	13.0	91	67	92	88	+ 6	63	98	—	—	1870
15	6.2	12.2	5.0	7 50	- 2.50	3.5	12 6	97	72	97	90	+ 8	65	99	7.6	- 6.3	1820
16	2.8	9.2	4.1	5.37	- 4.46	0 7	10.3	97	75	90	87	+ 5	61	100	7.6	- 6.2	1820
17	3.4	8.8	2.3	4.70	- 4 95	1.3	10.0	97	75	96	89	+ 7	70	99	11.2	- 2.5	1825
18	1.0	14.0	9.0	6.86	- 2.61	0.3	14.2	96	59	75	83	0	57	97	11.6	- 2.0	1835
19	7.0	7.6	3.7	6.31	- 2.98	3.0	9.0	97	90	95	**93**	**+10**	87	98	11.6	- 1.8	1855
20	2.2	9 4	6 8	5.69	- 3.42	0.5	10.0	96	61	72	78	- 5	55	96	11.4	- 1 9	1845
21	3.9	8.6	7.4	6 45	- 2.48	3.0	9.1	90	69	79	78	- 5	67	91	—	—	1845
22	6.4	9.2	4.0	6 35	- 2.40	2 0	10.3	91	69	93	86	+ 3	66	98	11.6	- 1.4	1850
23	3.2	13 4	7.7	6.80	- 1.77	0.7	13.4	95	60	90	85	+ 2	60	98	11.5	- 1 4	1805
24	3.8	6.1	0.2	3.81	- 4 58	- 0.5	8.0	93	57	96	84	+ 1	55	97	11.5	- 1.2	1810
25	2.8	9.2	8.8	5.99	- 2.22	- 0.8	12.6	96	79	77	87	+ 4	73	97	11.5	- 1.1	1775
26	4.0	14.1	9.8	8 82	+ 0.78	3 0	14.8	93	53	76	73	-10	51	95	7.8	- 4.7	1795
27	10.3	9.6	8.7	9.82	+ 1.96	7 9	12.0	73	92	98	86	+ 3	69	98	7.2	- 5.1	1815
28	6.0	7.0	2.5	5.08	- 2.60	1.0	9.0	97	97	80	92	+ 9	73	98	—	—	1865
29	2.2	6.2	1.0	3.48	- 4.02	- 0.4	7.0	90	51	93	76	- 7	50	97	8.0	- 4.1	1825
30	0.6	5.3	- 0.7	**1.89**	**- 5.43**	- 1.6	5.8	90	63	96	83	0	60	98	9.5	- 2.4	1855
31	1.1	9.0	2.4	3.29	- 3 85	**- 2.2**	10.2	81	58	89	82	- 1	55	98	9.2	- 2.6	1820
Mois	6.70	11.38	7.37	8.31	- 1.57	3.66	12.79	89	70	87	82	- 1			11.20	-2.78	1787

MOYENNES DE GENÈVE — OCTOBRE 1917

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	26.87	26.46	26 69	27.32	26.85	26 35	26.24	26.13	26 61
2e »	26.04	25.61	25 57	25 99	25 60	25 74	26 70	27.50	26 09
3e »	26.91	26 54	26.51	26 01	25 23	25.14	26.04	26 43	26.10
Mois	26 62	26 22	26.26	26 43	25 88	25.72	26 32	26 68	26.27

Température

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	11.79	11.37	11.20	14.15	15 34	14 31	12.61	11.71	12 81
2e »	4.44	4 30	5.12	8.58	10 18	8 81	7.06	5 62	6.76
3e »	3.66	3.40	4 03	7.02	8.88	7.86	5.60	4 47	5 62
Mois	6.54	6.26	6 70	9.82	11.38	10.25	8.33	7.18	8.31

Fraction de saturation en %

1re décade	84	83	85	72	68	72	78	83	78
2e »	95	94	92	80	73	77	88	90	86
3e »	91	90	90	76	68	74	87	89	83
Mois	90	89	89	76	70	74	84	87	82

Dans ce mois l'air a été calme 97 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{52}{77} = 0.68$

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

	mm
Pression atmosphérique.....	26.24
Nébulosité	6.4
Température $\frac{7+1+9}{3}$..	8.48
Température $\frac{7+1+2\times9}{4}$..	8.21
Fraction de saturation.....	82 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

	mm
Press. atmosphér.. (1836-1875).	26.51
Nébulosité.. ..... (1847-1875).	6.9
Hauteur de pluie.. (1826-1875).	101.0
Nombre de jours de pluie. (id.).	12
Température moyenne ... (id.).	9° 88
Fraction de saturat. (1849-1875).	83 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBESY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	214 7	201.9	184.2	184.2	225.9	207.6	162.7

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	159.2	173.4	168.0	152.6	180.0	176.1

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

D'OCTOBRE 1917

Les 1, 2, 8, 10, 27 et 28, vent très fort.
7, 11, 19 et 24, violente bise.
3 et 20, brouillard toute la journée.
6, 7, 13, 28 et 29, brouillard une partie de la journée.
le **16, gel complet du lac.**
28, première avalanche de la saison à la Combe des Morts.

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm									mm	cm
1	72.6	73.6	73.0	**73.1**	+ **7.2**	72.4	**73.7**	SW. 2	SW. 3	NE 1	SW. 2	0	1	0	0	....	....
2	72.0	71.7	71.5	71.7	+ 5.9	71.2	72.7	SW. 0	SW. 1	SW. 3	SW. 1	0	2	7	3	....	....
3	70.4	70.2	70.4	70.3	+ 4.6	70.0	70.9	SW. 0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	1.2	....
4	69.3	68.3	67.5	68.4	+ 2.8	66.8	69.8	NE. 0	SW. 2	SW. 0	SW. 1	2	3	1	2	....	....
5	64.6	63.2	62.7	63.5	- 2.0	62.4	66.8	NE. 0	NE. 1	NE. 3	NE. 1	8	10	10	9	15.6	10
6	63.0	62.3	61.6	62.3	- 3.1	61.1	63.1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	9	10	10	11.2	17
7	61.7	63.5	63.9	63.0	- 2.3	61.2	64.0	NE. 2	NE. 3	NE. 1	NE. 2	10	0	0	3	26.0	**37**
8	61.2	62.3	63.0	62.2	- 3.0	60.8	63.1	NE. 0	SW. 3	SW. 0	SW. 1	10	10	10	10	27.0	9
9	60.5	61.0	61.0	60.8	- 4.3	60.3	62.0	NE. 0	NE. 1	NE. 0	calme.	10	10	10	10	**30.0**	10
10	59.4	57.5	56.9	57.9	- 7.2	56.0	60.6	SW. 0	SW. 3	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	26.0	12
11	53.7	54.3	58.3	55.4	- 9.6	53.5	59.0	NE. 2	NE. 3	NE 3	NE. 3	10	10	10	10	16.8	14
12	59.4	59.7	60.7	59.9	- 5.0	59.0	60.8	NE. 0	SW. 1	SW. 0	SW. 1	10	10	10	10	8.2	21
13	59.5	58.8	57.7	58.7	- 6.1	57.2	60.6	SW. 2	NE. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	13.0	14
14	56.8	58.1	60.1	58.3	- 6.4	56.6	60.3	SW. 0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	8	4	1	4	....	....
15	61.2	63.1	67.2	63.8	- 0.8	60.3	67.5	SW. 0	NE. 1	SW. 1	var.	9	7	0	5	....	....
16	67.4	67.8	67.4	67.5	+ 3.0	67.1	68.0	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	0	7	1	3	....	....
17	64.0	64.0	63.6	63.9	- 0.5	63.4	67.1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	8	0	6	....	....
18	64.0	64.6	65.3	64.6	+ 0.2	63.8	65.5	NE. 0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	1	10	4	12.8	12
19	64.0	63.4	64.0	63.8	- 0.5	63.1	65.5	SW. 1	NE. 3	NE. 3	NE. 3	10	10	10	10	20.0	20
20	64.3	65.1	67.0	65.5	+ 1.3	64.1	67.1	NE. 4	NE. 2	NE. 2	NE. 3	10	10	10	10	0.7	1
21	67.4	68.7	70.0	68.7	+ 4.6	67.1	70.2	NE. 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
22	70.0	69.6	68.3	69.3	+ 5.3	67.4	70.1	NE 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
23	64.6	61.9	58.6	61.7	- 2.3	58.0	67.4	NE. 1	SW. 1	NE. 1	NE 1	0	4	10	5	12.4	16
24	56.0	56.9	61.6	58.2	- 5.7	55.9	61.7	NE. 5	NE. 4	NE. 4	NE. 4	10	10	3	8	2.1	3
25	63.0	62.9	64.5	63.5	- 0.3	61.7	64.7	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	8	9	10	9	....	....
26	65.6	64.9	63.6	64.7	+ 1.0	63.4	66.0	NE. 1	SW. 1	SW 2	SW. 1	0	0	0	0	....	....
27	62.3	60.7	56.6	59.9	- 3.7	55.6	63.4	SW. 1	SW. 3	SW. 5	SW. 3	2	10	10	7	20.0	21
28	54.5	50.5	53.0	**52.7**	- **10.9**	**49.8**	55.6	SW. 1	SW. 5	NE. 1	SW. 2	10	10	10	10	15.2	12
29	58.6	60.4	62.2	60.4	- 3.1	54.4	62.2	NE. 1	NE. 0	NE. 1	NE. 1	10	0	0	3	....	....
30	60.0	58.2	59.2	59.9	- 4.3	57.5	62.0	NE. 0	NE. 1	NE. 2	NE. 1	3	1	1	2	....	....
31	60.2	61.6	63.4	61.7	- 1.7	59.4	63.5	NE. 0	NE. 1	NE 2	NE. 1	0	1	1	1	....	....
Mois	62.94	62.87	63.35	63.05	- 1.55							6.1	6.0	5.6	5.9	258.2	229

GRAND SAINT-BERNARD — OCTOBRE 1917

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	3.3	7.6	5.0	**5.3**	+ **3.8**	3.0	**8.2**	85	60	80	75	55	87
2	3.3	6.8	4.6	4.9	+ 3.5	3.2	7.0	82	68	87	79	62	91
3	2.4	3.7	4.0	3.4	+ 2.2	2.3	3.8	99	98	92	**97**	85	100
4	2.8	6.8	4.5	4.7	+ 3.6	2.3	7.2	81	72	75	76	63	94
5	2.3	2.2	1.1	1.9	+ 1.0	- 4.0	4 9	56	96	96	83	51	98
6	- 7.2	- 5.0	- 6.0	- 6.1	- 6.9	- 8.2	- 3.4	97	94	80	90	60	98
7	- 7.4	- 4.2	- 2.7	- 4 8	- 5.4	- 9.2	- 1.8	90	60	70	73	24	93
8	- 2.2	- 3.4	- 3.4	- 3.0	- 3.5	- 5.2	- 1.8	95	75	90	87	58	97
9	- 0.8	2.2	1.8	1.1	+ 0.8	- 3.2	2.7	96	78	90	88	71	98
10	0.6	0.8	- 3 2	- 0.6	- 0.8	- 3.4	1.7	95	89	90	91	74	97
11	- 6.7	- 6.2	- 7.7	- 6 9	- 6.9	- 9.2	- 2.8	95	95	97	96	93	98
12	- 9.6	- 4.8	- 4.0	- 6.1	- 6.0	-10.0	- 3 8	92	90	95	92	85	97
13	- 5.2	- 2.6	- 4.2	- 4.0	- 3.7	- 5 8	- 0.6	96	97	96	96	63	98
14	- 4.3	- 2.6	- 6.5	- 4.5	- 4.1	- 7 8	- 2.3	97	67	73	79	56	98
15	- 6.8	- 2.2	- 7.2	- 5.4	- 4.8	- 7.4	- 1 8	85	77	87	83	69	93
16	- 8.2	- 4.0	- 5 0	- 5.7	- 5.0	- 8.7	- 2.8	80	74	90	81	67	95
17	- 2.0	- 0.2	- 4.0	- 2.1	- 1.2	- 6.4	1 0	45	70	85	67	26	91
18	- 2.2	3.8	- 0.8	0.3	+ 1 4	- 5.2	3.8	38	46	80	55	30	90
19	- 3.5	- 5.2	- 7.8	- 5.5	- 4.3	- 8.2	- 1.4	99	95	93	96	80	100
20	- 8.7	- 5.5	- 7.5	- 7.2	- 5.8	- 9.7	- 4.8	95	95	95	95	61	97
21	- 2.4	2.3	- 1.6	- 0.6	+ 0.9	- 9.0	3.0	63	54	60	59	41	67
22	- 0.8	3.2	- 1.2	0.4	+ 2.1	- 1.5	4.0	40	37	47	**41**	**29**	62
23	- 3.2	0.0	- 4 8	- 2.7	- 0.9	- 4.9	1.2	55	66	92	71	48	96
24	- 9.1	- 9.2	-12.2	**-10 2**	- **8.2**	-13.2	- 5.3	96	95	92	94	88	97
25	- 5.2	- 1.2	- 4.2	- 3.5	- 1.4	-14.0	- 0.6	92	74	70	79	57	95
26	- 0.6	2.8	- 3.6	- 0.5	+ 1.8	- 5.0	3.7	49	53	90	64	38	93
27	- 0.4	- 4.5	- 4.2	- 3.0	- 0.6	- 5.0	0.0	65	92	95	84	61	97
28	- 3.2	- 3 2	- 6.2	- 4.2	- 1 6	- 6.4	- 2.8	96	97	95	96	92	98
29	-10.2	- 6.0	-11.7	- 9.3	- 6.6	-12.2	- 5.8	91	90	89	90	79	95
30	-12.2	- 7.2	-10.0	- 9.8	- 6.9	**-14.2**	- 6.8	39	44	50	44	32	84
31	- 9.0	- 5.5	- 7.7	- 7.4	- 4.4	-10.2	- 5 0	39	47	86	57	30	93
Mois	- 3.75	- 1.31	- 3.75	- 2.94	- 2.46	- 6.33	- 0.05	78	76	84	79		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD — OCTOBRE 1917

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — 0mm.22. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

	Pression atmosphérique : 500mm +				Fraction de saturation en %			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	65 47	65.36	65.15	65.32	88	79	85	84
2e »	61.43	61.89	63.13	62 14	82	81	89	84
3e »	62.02	61.48	61.91	61.80	66	68	79	71
Mois	62.94	62.87	63.35	63.05	78	76	84	79

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	-0.29	1.75	0.57	0.68	0.65
2e »	-5.72	-2 95	-5.47	-4.71	-4.90
3e »	-5.12	-2.59	-6.13	-4.61	-4.99
Mois	-3 75	-1.31	-3.75	-2.94	-3.14

Dans ce mois l'air a été calme 215 fois sur 1000

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{72}{58} = 1.24$

Pluie et neige dans le Val d'Entremont

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
Eau en millimètres.....	154.8	129.6	107.3	258.2
Neige en centimètres....	—	—	32	229

INFLUENCE DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

SUR

LE DÉVELOPPEMENT DES LÉPIDOPTÈRES

PAR

Arnold PICTET

(avec la Planche II)

I. INTRODUCTION

Influence des conditions atmosphériques sur le développement des Lépidoptères

L'influence de la pression atmosphérique, comme facteur de l'ambiance agissant sur le développement des Lépidoptères, n'a pas été beaucoup étudiée jusqu'à maintenant.

V. Rollat (31), M. Bellati (3) et L.-F. Henneguy (16) ont soumis des œufs de *Bombyx mori* à l'influence de la pression barométrique ; cependant leurs résultats ne concordent pas. Tandis que Rollat remarquait qu'une pression de 3 à 4 atm., agissant pendant deux à cinq jours, donnait 10 à 47 % d'éclosions prématurées et qu'une pression de 6 à 8 atm., prolongée pendant quinze jours, provoquait l'éclosion des chenilles à n'importe quelle époque de l'année, Bellati n'obtenait que des résultats négatifs, et Henneguy arrivait à la conclusion que la pression retardait au contraire le développement normal des œufs.

Il y a lieu de faire remarquer, pour expliquer la divergence existant entre les résultats de ces travaux, que d'autres influences extérieures, dont ces auteurs n'ont sans doute pas tenu compte, sont certainement intervenues.

Le développement ontogénique des Lépidoptères est, en effet, intimément lié aux variations d'intensité des différents facteurs

de l'ambiance et celles-ci, dans certains cas, peuvent prolonger la durée de l'ontogénie, ou la raccourcir, dans des proportions allant du simple au double, et même davantage. Presque tous les phénomènes atmosphériques ont une action accélératrice ou retardatrice s'ils dépassent l'intensité optimum, et c'est pourquoi, dans les expériences qui ont pour but de rechercher l'influence de l'un de ces phénomènes, il est de toute importance de tenir exactement compte de l'action des autres.

Il ne sera donc pas superflu, avant d'entreprendre l'étude de l'influence de l'un de ces facteurs, la pression atmosphérique, de jeter un coup d'œil sur l'état de nos connaissances à ce jour, relatif à l'action du climat en général sur la rapidité du développement des Lépidoptères.

Action de la température.

C'est cette action qui intervient le plus efficacement.

Les Lépidoptères passent l'hiver soit à l'état d'œuf, de chenille à des âges divers, de chrysalide ou d'insecte parfait. Ils doivent alors supporter un abaissement de la température, souvent considérable, qui les plonge dans une léthargie complète. Ces insectes subissent en conséquence une *diapause*, c'est-à-dire un arrêt de développement, qui persiste tout l'hiver, même s'il survient un adoucissement momentané de la température.

Cependant, dans quelques cas, un réchauffement passager en plein hiver, peut amener une reprise de développement. Nous avons montré (23 et 26) que ce sont principalement les chenilles dont la plante nourricière est vivace qui peuvent ainsi reprendre une vie active de quelques jours, tandis que celles dont la plante nourricière est caduque restent dans leur état léthargique, sans interruption, de l'automne au printemps, quels que soient les réchauffements qui peuvent se produire. La relation entre l'état de la plante, capable ou non de fournir de la nourriture et l'état de sommeil léthargique de l'insecte, est facile à comprendre.

Les chrysalides, de même que les chenilles, subissent un arrêt de développement ininterrompu durant l'hiver ; cependant la durée de leur ontogénie peut être plus ou moins accé-

lérée suivant que la saison est plus ou moins rude. Mais l'avance acquise par un hiver doux, par exemple, ne sera jamais bien conséquente, car il importe que l'éclosion des Papillons coïncide au printemps avec la reprise de la végétation.

D'une manière générale, on peut d'ailleurs dire que les variations du facteur thermique, en hiver, ne jouent pas un rôle bien marqué dans la rapidité du développement des chrysalides. F. Merrifield (20) conclut de nombreuses recherches, qu'à la température de la glace on peut considérer que 120 jours de développement sont équivalents à 2 à 3 jours par température normale. D'autre part, E. Regener (30) et M. Standfuss (38) ont montré que l'incubation de divers Lépidoptères dans une température relativement supportable, 5 à 10°, peut entraîner leur mort au stade évolutif suivant si cette incubation se prolonge trop longtemps ; ainsi, des chenilles pourront parfaitement bien se développer à cette température ; mais leurs chrysalides périront, bien que placées dans leur milieu normal.

Il est facile de se rendre compte de l'état d'insensibilité à l'élévation de la température des Lépidoptères hivernants, en les éduquant en chambre chauffée pendant l'hiver. Dans ce domaine, nos recherches (23, 25, 27 et 28) ont montré qu'en maintenant des chenilles et des chrysalides hivernantes dans une température de 15 à 35°, suivant les séries d'expériences, il n'en résulte pas toujours une accélération de développement. Mais dans les cas, toujours accidentels, où *une accélération résulte de l'augmentation de l'intensité thermique, elle est toujours compensée par une prolongation du stade évolutif suivant, qui tend à ramener l'éclosion du Papillon à l'époque normale* [1]. Si ce sont les chenilles dont on a hâté la métamorphose, les chrysalides en subissent le contre-coup et la nymphose acquiert une augmentation de durée compensatrice. De même un retard à l'état de larve sera compensé par une avance dans la vie nym-

[1] Ces phénomènes de compensation de la durée d'un stade évolutif par rapport au stade précédent doivent être pris en sérieuse considération dans l'étude de l'action du milieu sur le développement. En effet, on remarque, par exemple, que tel facteur du climat prolonge la durée de la vie nymphale ; il faut être par conséquent certain que cette prolongation ne résulte pas d'un raccourcissement du stade larvaire.

phale. De cette façon, reste rigoureusement établie entre la continuité de l'ontogénie et celle des saisons, la corrélation si nécessaire au maintien de l'existence des espèces.

Pour ce qui est de l'action des variations thermiques agissant sur les œufs, nous constatons également qu'elle se répercute sur le stade larvaire. Ainsi, M. Standfuss (36), ayant placé des œufs de diverses espèces dans une température de 35°, ce qui provoqua leur développement dans les deux tiers du temps normal, remarqua que la vie larvaire se trouvait également raccourcie, bien que les chenilles eussent été élevées dans leur milieu habituel. Nous avons de même observé que des chenilles de *Lasiocampa quercus*, dont les œufs avaient été placés à 0° pendant plusieurs semaines, arrivèrent à l'âge de l'encoconnement en deux mois (six mois normalement). Cependant la répercussion alla plus loin encore et provoqua un retard corrélatif sur la durée de la chrysalide.

L'action, pendant l'hiver, d'une température égale à celle de l'été, lorsqu'elle a pour effet de raccourcir le développement de Lépidoptères hivernants, ne l'accélère cependant pas dans une proportion équivalente au développement des mêmes espèces pendant la belle saison. Voici quelques données que nous avons obtenues à ce sujet :

Durée du développement nymphal.

Espèce	Température	En hiver	En été
Pieris rapae	dehors	220 jours	10 à 13 jours
id.	18°	198 »	—
id.	20-22°	167 »	—
Pieris brassicae	dehors	227 »	9 à 14 jours
id.	20-22°	193 »	—
id.	25	122 »	—
Mamestra brassicae	20-22°	188 »	28 jours
Lasiocampa quercus	dehors partiellt	150 »	20 à 30 jours
id.	20°	119 »	—

Pour d'autres espèces étudiées, l'accélération se fait à peu près dans les mêmes proportions. D'autre part, F. Merrified

(21) a élevé des chrysalides d'hiver de *Pieris napi*, en septembre, pendant 10 jours à 32° sans amener la moindre modification dans la durée du développement.

Beaucoup plus capables de modifier la durée de l'évolution larvaire et nymphale, sont des *variations brusques de température.*

Ayant reçu d'Allemagne, en hiver, par un froid de —5 à —6°, des chrysalides hivernantes de diverses espèces, nous avons pu en provoquer l'éclosion en quelques jours, en les plaçant sans transition dans le laboratoire chauffé à 18°. Le même cas s'est présenté avec des chenilles d'*Arctia caja*; celles-ci ayant été placées brusquement, en janvier, du dehors, où elles se trouvaient depuis l'automne, dans une chambre chauffée, cessèrent leur diapause immédiatement et recommencèrent à prendre de la nourriture. Du reste, M. Standfuss (38), C. Frings (12), F. Merrifield (20), C. Selmons (35), H. Gauckler (15) et d'autres, ont démontré le même phénomène. G. Dorfmeister (8) a indiqué de son côté que la température optimum qui provoque l'éclosion est en corrélation avec la température minimum subie au commencement de la nymphose.

L'état de la température pendant la belle saison peut jouer un rôle plus considérable que pendant l'hiver. Tous les auteurs s'accordent, en effet, à démontrer que l'accélération de développement produite par un été plus chaud qu'habituellement, provoque l'existence d'une seconde génération pour les espèces univoltines et d'une troisième pour les bivoltines. Nous avons ainsi remarqué qu'en 1917 *Pararge aegeria*, espèce bivoltine dans nos contrées, a eu une troisième génération en automne. De cette façon, l'accélération de développement ne risque pas de porter préjudice à la survivance de l'espèce, en amenant la descendance immédiate à vivre à une époque de l'année qu'elle ne pourrait supporter, puisque la génération supplémentaire rétablit le cycle évolutif en concordance avec les saisons. Selon G. Selmons, l'avance, pour *Parnassius apollo*, peut atteindre plusieurs semaines.

P. Brunhauer (4) conclut encore de ses observations que les années chaudes ou froides ont moins d'action pour les individus des régions du centre de l'Europe que pour ceux du nord ou du

sud. C'est aussi l'opinion de A. Weismann (41), de E. Fischer (11) et de H. Gauckler (15) que les générations d'été réagissent différemment contre l'influence de la température que les générations de printemps. F. Rühl (32) fait encore remarquer que les espèces univoltines en Suisse, qui sont susceptibles de devenir bivoltines pendant une année chaude, ont toujours, en Italie, deux générations.

Action de l'humidité.

L'état d'humidité et de sécheresse du milieu dans lequel se développent les Lépidoptères a davantage une action sur leur poids, leur taille et leur pigmentation, que pour produire des variations dans la durée de leur ontogénie. C'est ce qu'ont montré principalement les recherches de E. Quajat (29), de M. Standfuss (38), de M. L. Terre (39), ainsi que les nôtres (24).

Cependant F. Urech (40), M. Standfuss (38) et A. Weismann (42) admettent que l'humidité a, sur le développement des Lépidoptères, une action retardatrice, tandis que la sécheresse, au contraire, exerce une influence accélératrice. Bien que nos recherches confirment ces résultats, nous pouvons ajouter qu'un excès de saturation d'humidité de l'atmosphère (90 % à 95 %) pendant toute la durée de la nymphose, de même qu'un excès de sécheresse (30 % à 35 %) entrave le développement et l'éclosion des chrysalides, qui peuvent même souvent en périr; une variation quotidienne de l'état hygrométrique est l'élément le plus favorable au développement nymphal.

Mais, dans toutes ces recherches, le milieu où vit normalement l'insecte, suivant que celui-ci est accoutumé à de l'humidité ou à de la sécheresse, intervient efficacement dans ses réactions vis à vis du facteur humide; c'est ce qu'ont montré, entre-autres, les travaux de M. Gauckler (14).

Action de la lumière.

A l'état naturel les variations d'intensité lumineuse qui peuvent jouer un rôle sont celle de la lumière solaire, suivant, par exemple, qu'un insecte se développe au centre d'un épais taillis ou au sommet d'une plante dans la prairie. On peut considérer

aussi, avec G. Selmons (35), si l'animal évolue sous un ciel constamment couvert ou constamment exempt de nuages ; mais alors les variations de luminosité font place à des variations de température et c'est l'action de ce dernier facteur qui intervient.

En laboratoire, nous avons remarqué qu'il faut tenir compte de l'emplacement où se trouvent les éleveuses ; en effet, dans celles placées le plus loin des fenêtres, un léger ralentissement peut se produire dans le développement des sujets qu'elles hébergent. Des chenilles et des chrysalides de *Vanessa urticae*, élevées dans l'obscurité complète, dans une boîte de zinc, placée elle-même dans une armoire, accusèrent un ralentissement de développement.

Plusieurs auteurs, dont en particulier L. Kathariner (17 et 18), N. Cholodkovsky (6), M. von Linden (19) et V. Graber, ont étudié l'influence de la lumière colorée et montré que les chrysalides, sous l'influence de cette action, donnent naissance à des Papillons largement modifiés dans leur pigmentation. G. Schoch (34), ayant éduqué des chenilles d'*Euprepia caja* dans des lumières de diverses couleurs, remarqua que sous un verre violet l'activité nutritive fut beaucoup plus intense, ce qui se traduisit par une avance de 14 jours sur la durée de l'ontogénie des chenilles élevées dans les autres couleurs.

Les actions mécaniques et l'action de l'électricité, peuvent encore produire des variations de durée dans l'ontogénie des Lépidoptères.

A. Weismann (41) voyagea 7 heures en chemin de fer avec des chrysalides de *Pieris napi* de la génération de printemps ; au lieu d'éclore en été, comme elles auraient dû, leur développement se prolongea, dans une chambre chauffée, jusqu'en janvier de l'année suivante. Weismann attribua cette prolongation considérable à la trépidation subie pendant le voyage.

D'autre part, Susani, Verson et Duclaux, en soumettant des œufs de *Bombyx mori* à une pluie d'étincelles d'une machine de Holz, pendant une dizaine de minutes, obtinrent l'éclosion de tous les œufs au bout de 10 jours.

Action de la nourriture des chenilles.

Bien que les chrysalides ne s'alimentent pas, la durée de la vie nymphale peut se trouver passablement accélérée ou ralentie suivant l'abondance plus ou moins grande de nourriture, ou suivant la qualité de celle-ci, que les chenilles ont consommée durant leur développement. Nous n'entrerons pas dans les détails des recherches relatives à l'influence de la nourriture des chenilles sur leur développement, sur celui des chrysalides et sur la variation des Papillons ; on trouvera le résultat de nos expériences dans ce domaine, dans trois de nos travaux (22, 23 et 24). Nous insisterons seulement sur l'existence d'une compensation de durée, d'un état par rapport à un autre, analogue à celle que nous avons signalée sous l'action de la température.

En résumé, lorsque des chenilles sont mal ou insuffisamment nourries, ce qui se traduit par une prolongation de leur développement, la vie à l'état de chrysalide se trouve raccourcie. Inversément, le raccourcissement de la durée de l'état larvaire provenant d'une suralimentation est compensé par une prolongation du temps passé à l'état de chrysalide. De cette façon, la durée complète de l'ontogénie tend à être ramenée à la durée normale de l'espèce.

II. Recherches expérimentales sur l'influence de la pression atmosphérique

Nous avons commencé à étudier cette influence en 1907 ; nos recherches, qui se sont principalement portées sur le développement nymphal [1], se sont poursuivies, presque sans interruption jusqu'à maintenant et comprennent 1758 observations, avec plus de 2000 chrysalides et des expériences, au nombre de 80, pratiquées depuis 1913 sur près de 500 individus. Elles constituent en conséquence une somme de données parfaitement suffisante pour que leurs résulats soient considérés comme

[1] La pression atmosphérique ne semble pas avoir d'influence sur le développement larvaire, sauf peut-être à l'époque des mues.

fournissant la preuve que la pression atmosphérique est, parmi les facteurs de l'ambiance, un des plus puissants pour modifier la durée de la nymphose, et, suivant son intensité, pour faciliter ou entraver le développement du Papillon. Les espèce qui nous ont fourni ces observations et ces expériences appartiennent à toutes les classes des Lépidoptères (sauf à celles des Microlépidoptères).

Nous avons tenu, dans nos expériences, à nous assurer que la pression atmosphérique était bien le facteur qui intervient et non pas un de ceux dont nous avons passé en revue l'action, en instituant des expériences parallèles, où ces autres facteurs, notamment la température, l'humidité et la nourriture des chenilles, étaient pris en considération. En outre, chaque recherche était accompagnée des indications fournies par un certain nombre de témoins élevés dans les conditions normales.

Nous étudierons séparément l'action des variations de la pression atmosphérique pendant la durée de la nymphose et au moment de l'éclosion du Papillon. Mais auparavant, quelques mots sur la vie à l'état de chrysalide seront nécessaires.

Durée de la nymphose.

La durée de la vie des Lépidoptères à l'état de chrysalide peut varier dans une large mesure, ainsi que nous venons de le voir, non seulement suivant les espèces, ou suivant que l'on considère les générations hivernales ou estivales, mais aussi suivant les individus d'une même espèce et d'une même ponte.

D'autre part, ainsi qu'on le sait, chaque espèce éclôt à une époque précise de l'année ; certaines, par exemple, dont les chrysalides ont hiverné, volent toujours au commencement de mai et les collectionneurs savent qu'ils ne les trouveront pas à une autre époque de l'année. Pour chaque semaine ou chaque quinzaine de la belle saison, il existe une faune lépidoptérologique spéciale ; beaucoup de ces Insectes ont deux ou trois générations dans l'année, avec deux ou trois époques d'apparition déterminées. On connaît des Lépidoptères qui éclosent normalement pendant l'hiver ; pour quelques espèces, la régularité d'apparition n'est pas aussi remarquable et on en voit

voler les Papillons à peu près sans interruption du printemps à l'automne.

Il va sans dire que l'on remarque constamment des avances ou des retards de quelques jours, parfois de deux à trois semaines, sur cette époque habituelle d'apparition, suivant l'état de précocité ou de retard de la saison. Ici les conditions atmosphériques interviennent largement, montrant l'étroite corrélation qui existe entre le développement de l'insecte et celui de la végétation.

Mais, ce que l'on remarque également, c'est que la période normale de vol d'une espèce est presque toujours précédée et suivie de l'apparition prématurée ou retardée de quelques individus isolés dont l'ontogénie a subi une accélération ou un ralentissement. Voici, à titre d'exemple, quelques observations que nous avons faites à ce sujet :

Espèce	Apparition d'individus isolés	Apparition générale	Apparition d'individus isolés
Lycaena iolas	18-20 juillet	23-27 juillet	29 juillet
» *meleager*	16-17 »	22-27 »	29 »
Aporia crataegi	28 mai-2 juin	8-18 juin	23 juin
Anthocharis cardamines	18-29 avril	5-21 mai	25-28 mai
Melanargia galathea	14 juin	17-28 juin	1-5 juillet
Zygaena hilaris	18-19 juillet	24-26 juillet	29-30 »
Malacosoma neustria	24-26 juin	30 juin-8 juillet	11-15 »

Ainsi, parmi les individus d'une même espèce, il y en a presque toujours un petit nombre qui éclosent avant la majorité, et d'autres, en petit nombre également, qui apparaissent après celle-ci.

Nous pouvons encore nous rendre compte de ces variations dans la durée de la vie nymphale dans les expériences de laboratoires, aussi bien qu'à l'état naturel. Maintes fois, au cours de nos nombreuses recherches, il nous a été donné d'en faire la remarque, et nous signalerons quelques exemples, pris entre plusieurs, qui feront ressortir à quel point est variable la durée de l'ontogénie des Lépidoptères ; ces exemples sont choisis parmi celles de nos recherches qui ont trait au développement nymphal.

Durée de la nymphose de Vanessa urticae

	Nymphose la plus courte	Nymphose la plus longue
Ponte 1, en juin	11j. 5 h.	12 j. 10 h.
» 2, en »	12 j. 10 h.	13 j. 10 h.
» 3, en juillet	10 j. 5 h.	11 j. 5 h.
» 4, »	12 j. 12 h.	13 j. 5 h.

Ainsi, dans un milieu absolument normal, en plein air, des chrysalides provenant d'individus d'une même ponte et élevées côte à côte, présentent des variations de durée pouvant atteindre la 10e partie de la vie nymphale.

Dans d'autres expériences, l'amplitude de variation est plus grande encore :

Espèce	Date d'éclosion la plus avancée	Date d'éclosion la plus retardée
Pieris rapae		
milieu normal 20°	2 septemb. 1914	3 février 1915
milieu humide 20°	6 » »	23 mars »
tempér. constante 30°	24 août »	8 septemb. »
Pieris brassicae		
milieu normal	20 septemb. 1912	30 mars 1913
tempér. constante 25°	11 » »	21 septemb. 1912
tempér. constante 20° (Chrysalides hivernantes)	26 février 1913	14 avril 1913
Vanessa io		
milieu normal	11 septemb. 1913	13 septemb. 1913
tempér. constante 25°	31 août »	1 » »
Dasychira pudibunda		
milieu normal	27 août 1913	8 septemb. 1913

Dans chaque lot, les chrysalides, formées en même temps, subissent la même influence ambiante et cependant la durée de leur vie varie dans une assez large proportion. Il en est de même dans nos expériences qui ont eu pour résultat de provoquer une hibernation à l'état de chrysalide chez des Lépidoptères qui, normalement, hivernent à l'état de chenille.

ESPÈCES	TÉMOINS Chrysalide normale en été	CHRYSALIDES HIVERNANTES Température constante de 20 à 25°	
		Nymphose la plus courte	Nymphose la plus longue
Lymantria dispar	25 à 30 jours	52 jours	61 jours
Dendrolimus pini	25 à 30 »	78 »	109 »
Lasiocampa quercus (Suisse)	18 à 22 »	38 »	165 »
id. (Sicile)	—	146 »	218 »
id. (Allemagne)	—	126 »	158 »

Ici encore, chaque lot est soumis exactement aux mêmes conditions, et pourtant la durée de la vie nymphale accuse une amplitude certaine.

En résumé, nous voyons que des chrysalides sœurs, c'est-à-dire ayant en elles la même somme d'influences héréditaires, et qui sont maintenues dans un milieu semblable pour chacune, ont une nymphose qui n'est pas, pour toutes, de la même durée.

Quelles sont les causes de ces irrégularités ?

Nous n'en voyons que trois qui puissent être invoquées.

1. *L'état physiologique individuel.* Certains individus, au cours de leur développement larvaire, ont acquis une plus ou moins grande aptitude que la généralité à une évolution nymphale rapide.

2. *Les réactions individuelles aux conditions extérieures.* Chez certains individus les réactions, étant plus ou moins fortes que celles de la généralité, se traduisent par une accélération ou un ralentissement de développement.

3. *L'action même des facteurs de l'ambiance.*

Bien que les deux premières catégories de causes originales soient à considérer, nous n'hésitons pas à penser qu'il convient de rechercher principalement l'origine de ces avances et de ces retards individuels dans l'action des phénomènes de la troisième catégorie.

Cependant, il est peu probable que les variations de température interviennent dans ce domaine particulier. En effet, toutes les chrysalides qui existent en même temps dans une même localité subissent à peu près la même chaleur et s'il se présente, d'un jour à l'autre, quelque variation de tempéra-

ture, elle n'est pas suffisante pour modifier aussi sensiblement que nous venons de le voir la durée de l'ontogénie de quelques individus, en dehors de ceux de la généralité.

Il faut en conséquence rechercher ailleurs l'origine de ces retards et de ces avances individuels et parmi les facteurs dont nous avons mentionné sommairement les effets au début de ce travail, nous retiendrons particulièrement la *nourriture des chenilles*, que nous avons étudiée précédemment (22, 23 et 24), l'*humidité*, qui sera l'objet d'une prochaine publication, et la *pression atmosphérique* dont nous allons parler maintenant.

Mais auparavant quelques mots sur les

Caractères précurseurs de l'éclosion de la chrysalide.

Au cours de son développement, la chrysalide présente certains caractères spéciaux qui sont en relation avec son âge et qu'il importe de faire connaître.

Dès sa formation, c'est-à-dire de suite après la mue larvaire qui la constitue, la chrysalide est molle, ses téguments sont minces, son abdomen est allongé ; elle est d'une taille passablement plus petite que celle de la chenille, et d'une coloration pâle, très souvent verdâtre. Au bout d'un certain temps variant, suivant les espèces, de quelques heures à un ou deux jours, les téguments nymphaux se consolident, acquièrent de l'épaisseur, l'abdomen se raccourcit par plus grand emboîtement des anneaux les uns dans les autres et la coloration générale tend à s'obscurcir ; puis la chrysalide acquiert toute sa rigidité.

C'est sous cet aspect qu'elle passe toute la durée de sa vie, jusqu'au moment de l'éclosion du Papillon ; cependant celle-ci est précédée, quelques heures auparavant, de l'apparition de nouveaux caractères qui sont les suivants :

On remarque, tout d'abord, une moins grande rigidité des téguments ; ceux-ci, pendant toute la durée de la nymphose, n'étaient autres qu'une enveloppe chitineuse, une sorte de boîte fermée, au sein de laquelle se pratiquait l'histolyse. Maintenant, le Papillon est formé ; au-dessous de l'enveloppe nymphale existe l'animal avec ses propres téguments, en sorte qu'il n'y a plus de relation ni de contact entre la peau de la chrysalide et celle du Papillon qu'elle contient. On s'en rend compte en

touchant légèrement du doigt toute chrysalide qui est prête à éclore. Voilà un premier caractère précurseur de l'éclosion.

Un second caractère réside dans un nouvel allongement de l'abdomen, dont les anneaux se déboîtent et se gonflent.

Mais le caractère le plus apparent et en même temps le plus proche de l'éclosion, et qui est surtout remarquable chez les Papillons rhopalocères, réside dans l'apparition des dessins des ailes supérieures au-dessous des ptérothèques, par transparence au travers de celles-ci.

Cette apparition se fait graduellement. En premier lieu, deux ou trois jours avant l'éclosion, on remarque une légère teinte colorée à l'emplacement des ailes, dont les dessins et la couleur se précisent peu à peu, puis deviennent de plus en plus nets, en sorte qu'au moment où le Papillon va émerger, ces dessins sont marqués tout ce qu'il y a de plus exactement.

L'éclosion se fait par déhiscence des fourreaux thoraciques ; ces derniers sont soudés les uns aux autres, à la partie antérieure et à la face ventrale de la chrysalide, par des lignes de suture offrant une moindre résistance ; il existe encore deux de ces lignes sur le dos du thorax. Au moment de l'éclosion, ces lignes de suture se brisent, et l'enveloppe nymphale, s'ouvrant de cette façon, permet au Papillon de sortir de sa chrysalide.

Au moyen de ces divers caractères, il est donc facile de savoir quand la nymphose va prendre fin et, avec un peu d'habitude, d'évaluer le moment où le Papillon éclora.

La durée qui s'écoule depuis le moment où les caractères précurseurs de l'éclosion commencent à se remarquer jusqu'au moment de l'éclosion elle-même est assez variable d'un individu à l'autre d'une espèce. Voici quelques données à ce sujet :

Espèce	Temps minimum observé	Temps maximum observé
Pieris brassicae	1 jour	4 jours
Pieris rapae	1 »	3 »
Vanessa io	1 »	3 » 12 h.
Vanessa urticae	20 h.	2 » 12 »
Papilio machaon	1 » 12 h.	3 »
Lasiocampa quercus	2 »	5 »
Lymantria dispar	2 »	4 »

Cette variation de durée qui, pour *Vanessa urticae* et *io* peut atteindre la cinquième partie de la nymphose complète, la huitième partie pour les autres Rhopalocères est, cela va sans dire, de même que tous les stades ontogéniques, soumise aux influences atmosphériques ambiantes.

D'autre part, si l'on étudie attentivement des chrysalides au moment de leur éclosion, on remarque fréquemment que, lors même que les caractères précurseurs sont tous marqués à leur degré maximum et que le Papillon est prêt à éclore, celui-ci n'éclôt pas encore et prolonge son état d'emprisonnement ; il se produit réellement *une attente*, qui semble inexplicable et qui dure quelque fois tout un jour et même davantage, avant que l'insecte soit en mesure de se libérer. Nous avons maintes fois observé que cette attente, se prolongeant au-delà de la limite que le Papillon tout formé peut supporter dans sa prison, celui-ci y meurt et s'y dessèche.

En résumé, voici les faits principaux qui découlent de ce qui vient d'être dit ; on constate souvent :

1. Une prolongation ou un raccourcissement de la nymphose,
2. une prolongation de la durée d'apparition des caractères précurseurs de l'éclosion.
3. une attente du Papillon tout formé avant d'éclore,
4. la mort du Papillon dans la chrysalide, si cette attente se prolonge au delà d'une certaine limite.

Les expériences qui vont suivre, corroborées par un grand nombre d'observations, vont expliquer ces quatre phénomènes.

A. Action de la pression atmosphérique pendant la durée du développement nymphal

Dans les expériences dont l'énoncé va suivre, nous avons cherché à déterminer si la pression atmosphérique exerce une influence sur la durée du développement de la chrysalide, ainsi que pour prolonger ou diminuer la durée d'apparition des caractères précurseurs de l'éclosion.

Pression uniforme

Nous utilisons en premier lieu un cristallisoir pouvant se clore hermétiquement et ayant 25 centimètres de diamètre sur 12 de hauteur ; les chrysalides à expérimenter sont placées dans ce cristallisoir en même temps qu'un baromètre anéroïde ; puis l'appareil est fermé. La pression subie par les chrysalides se trouve être en conséquence la même que celle de l'atmosphère du dehors au moment où commence l'expérience, et reste uniforme jusqu'au moment où l'on ouvre de nouveau l'appareil. Chaque expérience est contrôlée au moyen d'un certain nombre de chrysalides témoins qui sont élevées normalement à côté du cristallisoir ou en plein air ; les variations d'humidité et de température sont également notées.

1. *Pression uniforme agissant pendant la seconde moitié de la nymphose.*

Dans le cristallisoir sont placées des chrysalides, en plusieurs exemplaires, de *Papilio machaon*, *Papilio podalirius*, *Sphinx elpenor*, *Deilephila euphorbiae*, *Mamestra brassicae*, *Pieris rapae* et *Pieris brassicae* ; le baromètre contenu dans l'appareil marque irrévocablement, durant toute l'expérience, la même pression : 730, 728 et 735, suivant les huit séries de cette première catégorie de recherches. Les éclosions des Papillons ont lieu de la manière suivante :

Pour un tiers, elles se font normalement.

Pour deux tiers, les caractères précurseurs étant apparus, le Papillon ne peut éclore et finit par mourir dans la chrysalide. Quelques sujets, en se démenant, arrivent à briser une ou deux des lignes de suture et peuvent, de cette façon, sortir une ou deux pattes, ainsi que leur trompe ; mais l'ouverture ainsi pratiquée est insuffisante pour permettre l'éclosion complète.

Nous prenons quelques-unes de ces dernières chrysalides et au moyen d'aiguilles emmanchées nous écartons tous les fourreaux thoraciques ; ensuite nous tirons le Papillon avec une pince au dehors de la dépouille nymphale et après l'avoir fait se suspendre à un support, il développe normalement ses ailes à l'air. Cela prouve que le Papillon était bien viable.

Ainsi, une pression uniforme agissant sur la chrysalide, pendant la seconde moitié de son développement, empêche l'éclosion du Papillon.

2. *Pression uniforme agissant durant toute la nymphose.*

Voici le détail et les résultats de ces expériences :

Espèce	Nombre d'individus	Pression	Durée moyenne de la nymphose en pression uniforme	Durée normale des témoins
Vanessa urticae	10	610	11 jours	10 jours 6 h.
Pieris brassicae	1	731	13 »	12 »
id.	6	731	15 »	12 »
id.	5	731	16 »	12 »
Papilio machaon (Gener. hivern.)	8	660	151 »	136 »

Bien que pratiquées avec un petit nombre d'individus de trois espèces seulement, ces expériences montrent que *sous pression uniforme la vie nymphale se trouve prolongée.*

3. *Pression uniforme agissant au moment de l'apparition des caractères précurseurs de l'éclosion.*

Voici les pincipales données de cette série d'expériences :

Espèce	Nombre d'individus	Début de l'expérience	Pression	Date d'apparition des caractères précurseurs	Éclosion	Durée normale d'appar. des carac. chez les témoins
Vanessa io	5	27 sep.	710	2 oct.	meurent	—
Vanessa urticae	8	14 juin	710	meurent	—	—
id.	7	14 »	710	21 juin	éclos. avortée	1-2 jours
id.	7	14 »	710	22 »	id.	—
id.	7	14 »	710	22 »	25 juin	—
id.	10	16 »	720	24 »	éclos. avortée	—
Pieris rapae	2	11 août	725	21 août	24 août	1-2 jours
Pieris brassicae	5	1 mai	731	1 mai	4 mai	1-2 »
id.	2	4 »	720	7 »	8 »	—
id.	2	4 »	720	7 »	10 »	—
id.	4	4 »	720	7 »	12 »	—

Ces recherches expérimentales montrent que *la pression uniforme agit pour provoquer une prolongation de la durée d'appari-*

tion des caractères précurseurs ou pour entraver l'éclosion du Papillon.

Observations. — Nous pouvons ajouter aux recherches qui précèdent quelques observations qui en confirment les résultats.

En août 1917, nous avons constaté une série de plusieurs jours où la courbe de la pression atmosphérique, à Genève, est restée assez uniforme, autour de 732 mill. Pendant toute cette période, aucune des chrysalides que nous avions en observation, dans les conditions normales, ne sont écloses, et pourtant, d'après nos recherches comparatives, leur développement était terminé. Lorsque le baromètre se mit de nouveau à baisser, quelques jours plus tard, les chrysalides éclorent les unes après les autres, sauf une dizaine qui n'avaient pas supporté cette prolongation de nymphose et qui moururent.

Des cas de ce genre ne sont absolument pas isolés ; au cours de nos recherches depuis 1907, nous avons pu en observer plusieurs semblables. Lorsque la courbe de la pression monte régulièrement pendant quelques jours, les résultats sont les mêmes, c'est-à-dire qu'il en résulte une prolongation de la nymphose des chrysalides prêtes à éclore au moment où la hausse débute et la mort de plusieurs d'entre elles. Voici un exemple : 12 chrysalides de *Vanessa urticae* sont élevées normalement à partir du 23 juin 1914 ; le baromètre monte graduellement, du 13 au 25 juin, de 729 à 732 mill. Sur ces 12 chrysalides, 5 éclosent avec un retard d'un jour sur la moyenne constatée pour la durée normale de cette espèce en juin, 3 meurent avant d'éclore et les Papillons des 4 dernières restent accrochés à leur chrysalide.

Diminution de pression

Dispositif : Un cristallisoir de mêmes dimensions que celui employé jusqu'à maintenant et pouvant se clore hermétiquement, est muni d'une petite ouverture latérale où est adapté un tube de verre ; celui-ci communique avec une pompe à vide. Un baromètre anéroïde contenu dans le cristallisoir indique la diminution de pression que l'on fait subir aux chrysalides, en enlevant un peu de leur atmosphère ambiante.

Nous reconnaissons qu'en pratiquant nos expériences de cette façon, nous diminuons également la quantité d'air respirable dans lequel se développent les sujets expérimentés. Cependant le cristallisoir est d'un volume suffisant pour que, grâce à la faible portion d'air enlevé, il en reste une quantité telle, qu'elle permet à l'insecte de faire normalement ses échanges gazeux.

4. *Diminution de pression agissant durant toute la nymphose.*

Les chrysalides sont placées dans l'appareil que nous venons de décrire ; au moyen de la pompe à vide, nous les soumettons à une diminution de pression, qui, suivant les séries, se reproduit chaque jour, ou bien s'effectue graduellement depuis le début de la nymphose, jusqu'à la fin de celle-ci. Voici le détail de ces expériences :

Espèce	Nombre d'individus	Date de la chrysalidation	Dépression subie	Durée de la nymphose	Durée de la nymphose des témoins
Pieris rapae	4	12 août 1914	728-710	9 jours	15 jours
Vanessa io	10	18 sept. 1914	730-700	14 »	14 j. 20 h.
Vanessa urticae	7	10 sept. 1914	730-700	10 »	12 jours
id.	12	8 août 1917	730-723	9 »	10 »
id.	15	31 juill. 1917	730-724	10 »	11 » (1)
id.	4	9 juin 1917	730-722	9 »	10 j. 12 h,
id.	4	»	»	8 j. 12 h.	10 j. 12 h.
id.	15	»	»	10 jours	10 j. 12 h.
Pap. machaon[2]	18	22 déc. 1913	650-560	Date éclosion : 10-20 janvier 1914	Date d'éclosion : 15-25 janvier 1914

En conséquence, *une diminution de pression, agissant durant toute la nymphose, raccourcit notablement la durée de celle-ci.* Le raccourcissement se porte également sur la durée d'apparition des caractères précurseurs de l'éclosion, qui peut diminuer de 1 à 2 jours sur le temps normal.

Observations. A l'état naturel, on n'observe pas de périodes

[1]) La durée de la nymphose des témoins varie suivant l'époque de l'année ; nous tenons compte, cela va sans dire, de cette variation.

[2]) Déjà en chrysalide depuis le mois d'août.

de baisse ininterrompue du baromètre qui soient aussi longues que la durée de la vie d'une chrysalide. Aussi n'est-il pas possible d'enregistrer des observations qui soient en rapport avec les expériences précédentes. Cependant, nous avons remarqué un nombre considérable de cas où la diminution de la pression s'étant prolongée pendant plusieurs jours, toutes nos chrysalides, qui étaient *mûres* au moment de cette baisse, sont écloses avec une avance de un à plusieurs jours. Ces observations seront relatées au chapitre suivant.

B. Influence de la pression atmosphérique au moment de l'éclosion du Papillon

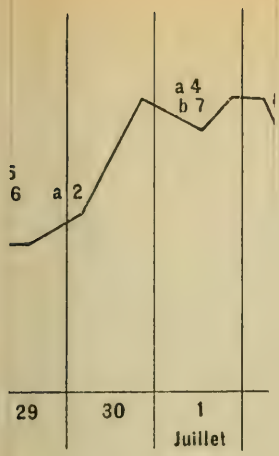
Bien avant d'entreprendre les expériences qui viennent d'être relatées, nous avions remarqué qu'après un ou deux jours de grande dépression barométrique les Papillons volaient beaucoup plus abondamment que de coutume dans les prairies ; cette observation avait été du reste corroborée par plusieurs collègues entomologistes. Certains auteurs ont d'ailleurs remarqué qu'à la suite d'un gros orage, les éclosions étaient plus abondantes.

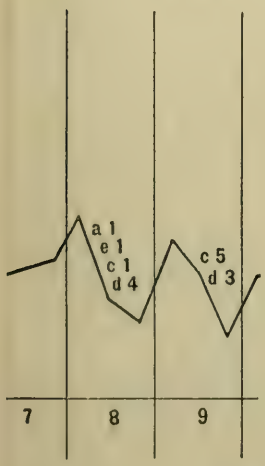
C'est pourquoi, dans le but de rechercher la relation qui existe entre l'action de la pression atmosphérique et l'éclosion des Papillons, nous avons dressé chaque jour, depuis 1907 jusqu'en 1914, la courbe barométrique pour la comparer avec la date de l'éclosion de toutes les chrysalides que nous avons eues dans nos boîtes d'élevage, pendant ces 7 années. Nous avons de cette façon enregistré 1758 observations dont l'ensemble ne laisse pas de doute que les Lépidoptères, dans leur immense majorité, n'émergent de leur chrysalide que lorsqu'il se produit une baisse barométrique.

Voici comment nous sommes arrivé à ces conclusions :

Chaque jour nous dressions une courbe, en notant 3 fois la hauteur du baromètre [1]. A mesure qu'une éclosion avait lieu,

[1] Nous avons préféré noter 3 fois par jour la pression atmosphérique, plutôt que de nous servir d'un baromètre enregistreur, les fluctuations minimes marquées par cet appareil, plusieurs fois dans la journée, constituant une entrave à nos observations.


a 4
b 7
5
6
a 2
29
30
1
Juillet


a 1
e 1
c 1
d 4
c 5
d 3
7
8
9

1
a 3
17
18
19

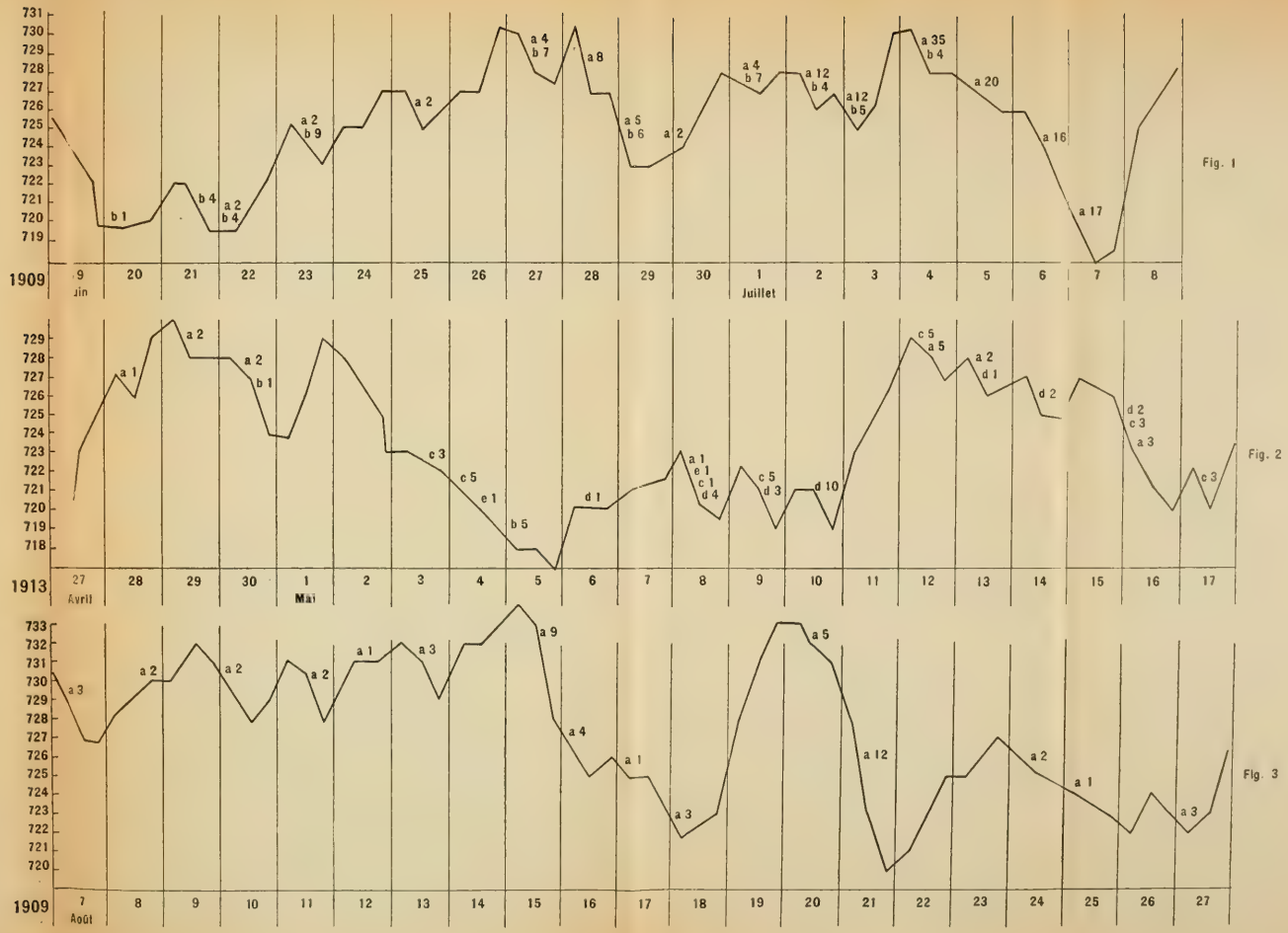
Explication de la Planche II

Eclosion des Lépidoptères en rapport avec une dépression barométrique. *Les lettres indiquent la date de l'éclosion et les chiffres à côté indiquent le nombre d'individus.*

Fig. 1. — a. Eclosions de *Lymantria dispar* 141 individus
b. » » » ab *japonica* 51 »

Fig. 2. — a. Eclosions de *Lasiocampa quercus* 16 individus
b. » » *Dendrolinus pini* 6 »
c. » » divers Bombycides 25 »
d. » » diverses Noctuelles 23 »
e. » » *Pieris rapæ* 2 »

Fig. 3. — Eclosions de *Lasiocampa quercus* 53 individus.



nous la marquions sur la courbe même au moyen d'un numéro correspondant aux diverses espèces. La pression était notée le matin, à midi et le soir ; les éclosions étaient reportées sur la courbe aux mêmes heures, de telle sorte que chaque indication d'éclosion correspondait exactement avec la hauteur barométrique de l'instant où elle s'était produite. Nous donnons à titre d'exemple la reproduction de ces courbes pendant 3 périodes, en 1909 et en 1913 (Pl. II).

Durant ces 7 années, le nombre de jours où des observations ont été enregistrées est de 981.

Ces recherches se sont poursuivies avec un grand nombre d'espèces, appartenant à toutes les classes des Lépidoptères, sauf à celles des Microlépidoptères, aussi bien avec des individus de générations estivales qu'avec des chrysalides hivernantes ; parmi ces dernières, nous en avons eu passablement en chambre chauffée ; leur éclosion, bien que parfois prématurée, a quand même concordé avec une diminution de la pression atmosphérique, dans la même proportion que celles en milieu normal.

Les résultats de cette opération nous ont amené à constater que le 91,32 % des individus mis en observation sont éclos pendant que le baromètre baissait, les éclosions du surplus, excessivement restreint comme on le voit, s'étant effectuées par une hausse barométrique ou par une pression uniforme.

Le détail de ces 1758 observations se décompose comme suit : [1])

Espèce.	Eclosions par baisse barométrique	Eclosions par hausse ou pression uniforme	Rapport en %
Rhopalocères	168 indiv.	14 indiv.	92.25
Sphingides	14 »	0 »	100.00
Bombycides	91 »	6 »	93.82
Lymantria dispar	280 »	25 »	91.80
Lasio. quercus	381 »	34 »	91.81
Das. pudibunda	61 »	6 »	91.08
Dendrolimus pini	126 »	15 »	90.00
Noctuelles	280 »	29 »	90.62
Géomètres	41 »	6 »	88.00

[1]) A ces chiffres, il convient d'ajouter un certain nombre d'observations qui sont en rapport à la fois avec la température et la pression et qui seront relatées plus loin.

En examinant la longue série de nos courbes barométriques nous sommes amené à enregistrer encore quatre sortes d'observations :

I. *Le nombre des éclosions est à peu près nul lorsque le baromètre monte.* L'examen des courbes nous le montre au premier coup d'œil : durant toute l'étendue de nos recherches pendant ces sept années, il ne s'échelonne, sur ces courbes, que de temps en temps une éclosion isolée lorsque le baromètre est en hausse ou en état stationnaire ; la proportion en est seulement de 8.68 %, ce qui est un chiffre excessivement restreint. Ainsi se trouvent confirmées nos expériences de pression uniforme, précédemment relatées.

II. *Le nombre des éclosions est en raison directe de l'intensité de la baisse barométrique.* L'examen des courbes nous le montre encore d'une façon saisissante ; les jours de grande dépression [1] ont amené parfois un nombre d'éclosions considérable ; nous notons par exemple les chiffres suivants : [2]

du 4 au 7 mai 1909 . . .	pression	730-718, 86	éclosions
du 28 juin au 2 juillet 1911	»	736-723, 43	»
du 13 au 15 mai 1912 . .	»	728-718, 24	»
du 5 au 6 juin 1908 . . .	»	729-717, 24	»
du 21 au 24 avril 1910 . .	»	733-719, 19	»

III. *Une diminution de la pression atmosphérique de un millimètre est suffisante pour provoquer l'éclosion d'un Papillon prêt à émerger.* Nous avons noté un très grand nombre de cas où une éclosion s'est produite par une baisse de 1 millimètre. Bien que la force correspondant à cette faible diminution de pression paraisse minime, il y a lieu de remarquer qu'elle est en réalité considérable par rapport au poids et à la taille d'une chrysalide.

[1] On remarquera souvent qu'à une forte dépression ne correspond pas d'éclosion, ou n'en correspond que une ou deux; cela provient qu'à ce moment nous n'avions pas en éleveuse de chrysalides ayant achevé leur développement, ou bien que nous n'en avions qu'une ou deux.

[2] Nous ne pouvons pas indiquer la proportion que ces chiffres représentent avec la quantité de chrysalides qui n'ont pas éclos avec les dépressions indiquées, cas, parmi ceux ci, il faudrait tenir compte de celles dont le développement n'est pas achevé.

Pour nous en convaincre nous avons établi le calcul suivant avec des chrysalides de *Pieris brassicæ :*

Surface totale d'une chrysalide . .	156 mm² (1)
Poids d'une chrysalide	0 gr. 40
Densité du mercure	13.59

En conséquence, 1 mm de pression barométrique se répartissant sur 156 mm² de surface, équivaut à un poids de mercure de 2,12 gr. pour une chrysalide en pesant 0,40, c'est-à-dire à 5,3 fois le poids total de cette dernière. Autrement dit, lorsqu'une chrysalide se trouve soumise à une diminution de pression de 1 mm, elle est astreinte à une force bien suffisante pour provoquer la déhiscence de ses fourreaux.

IV. *Lorsqu'une chrysalide est sur le point d'éclore alors que le baromètre monte, l'éclosion se trouve retardée jusqu'au jour où la pression baisse de nouveau.* Cette baisse peut se présenter le lendemain, comme elle peut avoir lieu plusieurs jours après, 4 à 5, ainsi que nous l'avons observé à plusieurs reprises. Nous donnons ici les courbes de deux de ces cas qui sont particulièrement probants.

Nous voyons dans le premier cas (fig. 1) que le 12 juillet au matin les caractères précurseurs de l'éclosion sont marqués à leur maximum d'intensité, c'est-à-dire qu'en temps normal, d'après ce que nous savons, l'éclosion aurait dû avoir lieu le lendemain au plus tard ; mais durant les trois jours qui suivent, le baromètre monte de 646 à 652 (2), et le Papillon reste dans sa chrysalide. Quatre jours après survient une forte dépression qu'indique le baromètre en descendant à 644 et qui provoque l'éclosion avec un retard d'au moins trois jours.

Dans le second cas (fig. 2), l'observation a été faite conjointement avec trois individus de *Pieris brassicae* ; comme dans l'exemple précédent, une augmentation de la pression atmosphérique survient au moment où les trois chrysalides sont prêtes à éclore,

(1) Nous avons pu calculer assez exactement la surface totale d'une chrysalide de *Pieris brassicæ* ; celle-ci, d'après sa forme, peut en effet se décomposer en deux tétrahèdres juxtaposés par leur base et formant 6 surfaces triangulaires extérieures, facilement mesurables.

(2) Cette observation a été faite à Louèche-les-Bains.

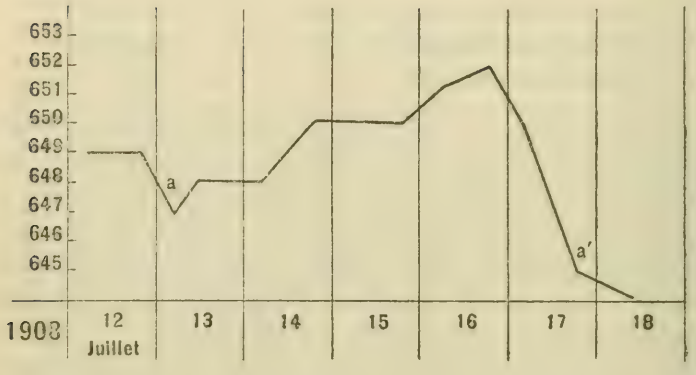


Fig. 1. — Eclosion d'un *Papilio machaon* en rapport avec la pression barométrique, à Louèche-les-Bains. — a, *époque d'apparition des caractères précurseurs de l'éclosion ;* a' *époque d'éclosion du Papillon.*

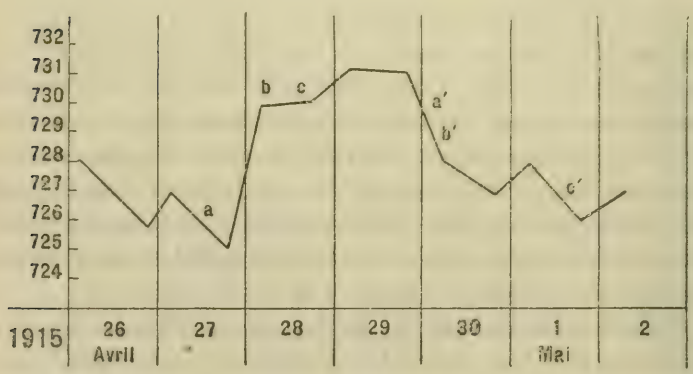


Fig. 2. — Eclosion de trois individus de *Pieris brassicæ* en rapport avec la pression barométrique, à Genève. — a. b. c. *époque d'apparition des caractères précurseurs de l'éclosion ;* a' b' c', *époque d'éclosion de chaque individu.*

ce qui est indiqué par l'état de netteté absolue des caractères précurseurs. Cette augmentation de pression prolonge, jusqu'au moment de la dépression suivante, la durée de la nymphose d'au moins un jour pour deux des sujets, et de deux jours pour le troisième.

Des observations de ce genre ne sont absolument pas isolées ; au cours de nos recherches, nous en avons enregistré plusieurs dizaines qui concordent avec les deux dont nous venons de parler en détail. Voici encore quelques données à ce sujet :

Espèce	Nombre d'indiv.	Pression à la fin de la nymphose	Durée de la pression	Dépress. ayant amené l'éclos.	Date
Vanessa urticæ	7	728-730	4 jours	730-723	juin 1914
Lasio. quercus	3	730-735	5 »	732-728	août 1911
id.	2	727-729	4 »	729-725	août 1911
id.	1	727-728	8 »	728-724	sept. 1911
Lymantria dispar	9	728-732	3 »	732-722	juill. 1910
Dendrolimus pini	10	726-733	4 »	733-725	mai 1912

En conséquence, ces observations confirment pleinement les résultats de nos expériences relatées plus haut.

L'influence d'une pression et d'une dépression consécutives peut amener une prolongation parfois très grande de la durée de la nymphose de quelques-uns seulement des individus d'une même ponte, tandis que la vie nymphale des autres n'est pas modifiée dans sa longueur. Ainsi les chenilles d'une même ponte de *Notodonta ziczac* se sont chrysalidées à la même époque, le 15 septembre 1916 ; nous conservons 23 chrysalides qui sont maintenues dehors durant tout l'hiver[1]. Les éclosions ont lieu au printemps suivant, *en trois séries bien distinctes qui correspondent chacune avec une forte dépression* ; dix éclosent du 1 au 4 mai par une chute barométrique de 730 à 725 mill., six le 29 mai par 732 à 728, et sept le 8 juin par 728 à 717. Entre chacune de ces séries la pression atmosphérique était restée assez uniforme.

Une accélération de la nymphose peut également se produire. En voici un exemple : A partir du 29 août 1914, des chrysalides

[1]) L'espèce passe normalement l'hiver à l'état de chrysalide.

d'hiver de *Pieris rapae* sont élevées dans une température de 17°. Leur éclosion, d'après nos recherches comparatives, est prévue pour le mois de février ; pour deux individus elle a lieu le 28 décembre à la suite d'une dépression de 736 à 726 mill.

Eclosions à la montagne.

Nous pouvons ajouter à ces recherches d'autres observations qui en confirment les résultats.

Il nous est arrivé plusieurs fois de partir pour la montagne avant la fin de diverses expériences. Pour ne pas interrompre celles-ci, nous prenions avec nous notre matériel d'expérimentation. Or, à mesure que nous nous élevions en altitude, c'est-à-dire à mesure que la pression atmosphérique devenait moindre, celles des chrysalides que nous emportions et qui se trouvaient prêtes à éclore, donnaient naissance à leur Papillon en cours de route. Nous avons vu de cette façon éclore des *Vanessa antiopa, atalanta, io* et *urticae*, des *Pieris rapae* et *brassicae*, des *Papilio machaon,* des *Lasiocampa quercus*, des *Lymantria dispar* et d'autres encore.

Celles de nos chrysalides qui ne sont pas écloses en chemin, sont élevées à la montagne ; elles terminent par conséquent leur développement sous une pression bien moins forte que dans la plaine, où leur ontogénie avait débuté. Nous constatons alors une notable accélération de leur éclosion, avec des avances, variant suivant les espèces, de 2 à 6 jours sur le temps moyen constaté en plaine.

Inversément, il nous est arrivé de revenir à Genève avec des chrysalides, principalement de *Vanessa urticae,* que nous avions élevées, depuis la chenille, à la montagne. L'augmentation de pression résultant du retour en plaine s'est manifestée par une prolongation de la nymphose de 1 à 2 jours sur le temps moyen observé en montagne.

5. *Expériences de diminution brusque de pression.*

Ayant constaté, d'une part, qu'une chrysalide est entravée dans son éclosion, jusqu'à en périr parfois, lorsqu'elle est soumise à l'action d'une pression uniforme ou ascendante, que la durée de son développement se trouve prolongée, par une

hausse du baromètre survenant à l'époque de sa maturation, jusqu'au moment où cet appareil baisse de nouveau ; ayant constaté d'autre part que les chrysalides, dans une proportion de 91,32 %, n'éclosent que par une dépression atmosphérique, il nous reste à rechercher maintenant quelles sont les causes de ces phénomènes.

Pour cela, nous avons entrepris une nouvelle série d'expériences, dont nous donnons les résultats.

Nous plaçons d'abord dans le cristallisoir, lequel est en communication avec une pompe à vide et contient un baromètre anéroïde, une chrysalide de *Papilio machaon*, dont les caractères précurseurs de l'éclosion sont marqués avec leur maximum de netteté. Après avoir clos hermétiquement l'appareil, d'un coup de piston nous abaissons subitement, au sein du cristallisoir, la pression de 7 mm et nous constatons que dès l'instant où cet abaissement a lieu, la déhiscence des fourreaux se produit, amenant comme un éclatement de la partie antérieure de la chrysalide, d'où sort le Papillon avec rapidité ; l'insecte, hâtivement, se précipite alors vers un support, s'y fixe par ses pattes, et ses ailes se détendent normalement [1].

A la suite de cette première expérience, qui montre nettement le mécanisme qui intervient, par le fait d'une brusque diminution de la pression ambiante, pour provoquer la déhiscence des fourreaux de la chrysalide et la libération de son hôte, nous en avons entrepris d'autres, dont voici le détail :

Espèce	Date	État des caractères précurseurs de l'éclosion au moment de l'expér.	Diminution de pression	Eclosion
Papilio machaon	23 déc. 1913	très marqués	728 - 721	immédiate
id.	8 janv. 1914	» »	650 - 580	»
Vanessa io	5 sept. 1914	apparents	730 - 710	au bout de 2 minutes
id.	5 sept. 1914	peu appar.	deux fois 730-710	» 5 »
id.	6 sept. 1914	» »	730 - 715	» 15 »
id.	10 sept. 1914	très appar.	deux fois 730-710	» 5 »
Vanessa urticae	28 août 1914	assez appar.	730 - 690	» 15 »
id.	27 août 1914	peu marqués	730 - 690	» 2 heures
Pieris rapae	20 août 1914	très peu mar.	728 - 710	» 20 »
id.	21 août 1914	» »	728 - 710	» 20 »

[1] Cette expérience a été répétée deux fois, avec le même succès, devant témoins.

L'influence d'une diminution brusque de la pression atmosphérique est donc manifeste pour provoquer l'éclosion rapide du Papillon.

On remarquera, d'après les données qui précèdent, que lorsque le Papillon n'est pas encore tout à fait près d'émerger, il faut attendre un temps plus long pour que son éclosion se produise ; parfois, il est nécessaire, pour provoquer la déhiscence des fourreaux des chrysalides qui ne sont pas à maturité complète, de les soumettre deux fois à l'action de la brusque diminution de pression ; de cette façon on atteint le même résultat qui s'obtient en une seule fois avec des individus mûrs pour l'éclosion.

6. *Expériences d'augmentation de pression.*

Au cristallisoir, nous remplaçons la pompe à vide par une pompe à bicyclette et nous augmentons la pression en introduisant un supplément d'air dans l'appareil. Les éclosions des chrysalides, des *Vanessa io* et *urticae*, qui ont été soumises à cette série d'expériences se sont faites de la façon suivante : pour un tiers environ, l'éclosion est normale : pour un autre tiers, la chrysalide s'ouvre un peu, mais insuffisamment pour que le Papillon puisse en sortir ; dans ce cas, l'animal, après avoir essayé de pousser au dehors ses pattes et ses antennes, meurt quelque temps après dans son enveloppe nymphale. Quant au troisième tiers, l'éclosion n'arrive absolument pas à se faire, malgré un essai manifeste du Papillon, qui contorsionne son abdomen ; la mort, également, est le seul résultat obtenu.

De même que dans nos expériences de pression uniforme (p. 428), nous avons tenu à nous rendre compte si les chrysalides qui n'ont pu éclore auraient été viables en milieu normal. Pour cela, nous en avons écarté les fourreaux thoraciques, et nous avons sorti le Papillon de sa chrysalide ; celui-ci, une fois qu'il eut été suspendu à un support, développa normalement ses ailes [1].

[1]) Lorsque le Papillon a dépassé, dans sa chrysalide, le temps maximum qu'il peut y rester étant tout formé, il ne peut se retenir d'y émettre la sécrétion urinaire accumulée pendant l'état nymphal, et qu'il émet d'ordinaire immédiatement après son éclosion. Cette sécrétion urinaire envahit alors les anneaux abdominaux de la chrysalide et provoque l'asphyxie du Papillon, en empêchant le fonctionnement des stigmates.

Ainsi, *une augmentation de pression agissant au moment de l'éclosion tend à empêcher celle-ci de se produire.*

Les recherches et les expériences qui viennent d'être énoncées montrent nettement que la pression atmosphérique a une influence marquée sur le développement nymphal des Lépidoptères et sur l'éclosion des Papillons. Mais, avant de tirer de ces documents les conclusions qu'il convient, nous devons rechercher encore si, parmi les facteurs de l'ambiance, il n'en est pas un autre qui, indépendamment des variations d'épaisseur de la couche d'air, pourrait jouer le même rôle.

On admettait autrefois que l'éclosion du Papillon se produisait par une augmentation du volume de celui-ci, un peu avant d'éclore, qui faisait sauter les lignes de suture des fourreaux thoraciques ; on pensait que cette augmentation de volume était produite par le fait que l'animal, en aspirant violemment de l'air, se gonflait et arrivait de cette façon au but recherché.

D'autres phénomènes du reste peuvent produire une augmentation du volume d'un Papillon, sans que celui-ci soit obligé d'aspirer une certaine dose d'air. Ainsi, l'humidité ambiante, en imprégnant les tissus, serait capable de jouer le même rôle. Cependant, Bataillon [1] a montré que la métamorphose s'accompagne toujours d'une diminution de poids provenant d'une perte d'eau ; en sorte que l'humidité ne semble pas devoir être considérée comme pouvant provoquer l'augmentation de volume nécessaire.

Il nous semble que l'élévation de la température, en provoquant une dilatation des liquides sanguins et de l'eau du corps, serait plus susceptible de jouer le rôle d'augmentation de volume. On sait, en effet, que non seulement la chaleur est nécessaire au développement nymphal, mais que les éclosions sont particulièrement abondantes lorsque la température s'élève.

C'est pourquoi, avant de conclure définitivement à l'action de la baisse barométrique comme mécanisme provoquant l'éclosion, nous avons tenu à entreprendre une nouvelle serie d'expériences, où l'élévation et l'abaissement de la température ont été étudiés en concordance avec la pression atmosphérique.

[1]) Voir : F. Picard, Feuille. J. Nat. 1908. 35e année p. 186-187.

III. — Le rôle de la température en relation avec celui de la pression atmosphérique

Non seulement, ainsi que nous l'avons vu au commencement de ce travail, l'élévation de la température exerce une influence accélératrice sur le développement nymphal des Lépidoptères, mais on sait que plusieurs d'entre eux n'éclosent qu'au milieu de la journée. Une augmentation de chaleur serait donc parfaitement justifiée pour provoquer une dilatation des tissus et des liquides sanguins, l'augmentation de volume qui en résulterait pouvant amener la déhiscence des fourreaux de la chrysalide.

Cependant, on doit remarquer que certaines espèces éclosent pendant la nuit et que passablement de Papillons, surtout parmi les Rhopalocères, sortent de leur chrysalide à n'importe quelle époque du jour ou de la nuit; dans les Alpes il est fréquent d'en voir éclore au lever du soleil, par la fraîcheur, et tous ceux du genre *Hibernia* apparaissent à l'état d'insecte parfait pendant les mois d'hiver. D'autre part, nos expériences ont montré que des éclosions, même de sujets appartenant à une génération estivale, se font parfaitement par des froids excessifs.

En sorte que si l'élévation de la température peut exercer une influence, celle-ci n'est pas générale et il importe d'en rechercher exactement la portée. C'est pourquoi nous avons tenu à poursuivre nos recherches.

Les nouvelles expériences que nous avons entreprises pour cela, au nombre de 8 séries, comprenant 390 individus appartenant à 5 espèces, ont consisté à diviser les chrysalides provenant d'une même ponte, c'est-à-dire ayant la même somme d'influences héréditaires, en un certain nombre de lots, soumis chacun à l'action d'une température variant de 6 à 37°. Chaque lot s'est trouvé en conséquence dans des conditions de chaleur différentes qui ont amené une accélération ou un ralentissement de leur développement. *avec époque d'éclosion spéciale à chaque lot.* Au moment où elles se produisent, les éclosions sont comparées avec la courbe barométrique.

Nous donnons, au tableau ci-contre, le détail des principales séries ; dans leur ensemble, ces nouvelles expériences ont comporté :

Pour	*Vanessa urticae*	195	éclosions
	Vanessa io	16	»
	Pieris rapae	36	»
	Pieris brassicae	56	»
	Mamestra brassicae . . .	87	»
	Ensemble	390	»

Or, si l'on examine le tableau de la p. 444, ainsi que les fig. 3 et 4 données à titre d'exemple et reproduisant les courbes de deux

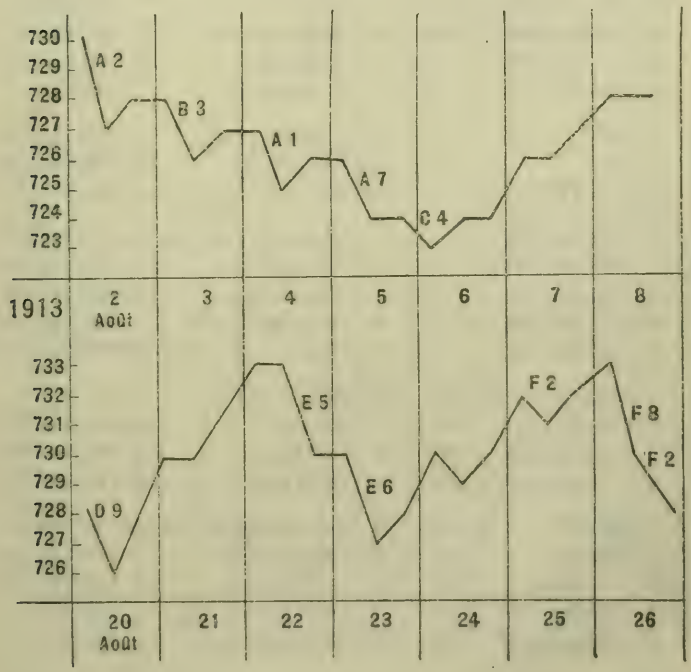


Fig. 3. — Développement nymphal de *Vanessa urticæ* en rapport avec la température et la pression barométrique. *(Les majuscules indiquent la date d'éclosion et le chiffre à côté indique le nombre d'individus).* Lots A à F, nymphose dans diverses températures, de 6 à 28°.

Espece	Lot	Température durant la nymphose	Dur. de la nymphose en jours	Nom. d'individus	Dates des éclosions	Dépression au moment de l'éclosion
Vanessa urticae	1	25° normal	8	9	22-28 juil. 1913	730-725
	2	28° »	7	11	2-5 août »	729-723
	3	5 jrs à 6-10°	17	12	14-15 août »	730-727
	4	13 jrs à 6-10°	21	14	19-20 août »	728-726
	5	18 jrs à 6-10°	26	17	25-26 août »	734 730
	6	37°, hum. 90%	5	5	18-19 juil. »	732-729
	7	21° normal	11	12	20-25 juil. »	730-725
	8	10 jrs à 6-10°	24	18	2-3 août »	729-726
	9	34°, hum. 95%	6	19	22-23 sep. 1914	732-731
	10	31°, sec 40%	7	6	25 sept. »	734-731
	11	22°, id,	15	15	1-2 octob. »	735-732
	12	18°, id.	24	14	11-14 oct. »	729-726
	13	13-18°h. 90%	30	8	16-17 oct. »	730-725
	14	12-15° dehors	19	8	23-25 sep. »	732-730
	15	16-17°, h. 90%	13	4	20-23 sep. »	728-726, 732-730
	16	14-16° id.	15	6	27-29 sep. »	735-731
Van. io	1	30°	7	8	1-3 sept. 1914	733-732
	2	22°	10	6	1-6 sept. »	730-728. 732-730
	3	15-17°	15	9	10-11 sep. »	732-728
Pieris rapae	1	35°, hum. 90%	6	9	19-24 avril 1914	724-722, 728-726, 732 730
	2	30°, sec 40%	7	7	26 août-4 sept.	731-729, 734-730
	3	22-24° id.	9	10	25 août-8 sept.	732-730, 733-729
	4	19°, hum. 90%	11	6	10-11 sept.	732-728
	5	27-30°, id.	7	4	13 sept.-1 oct.	730-727, 734-731, 735-732
Génér. hivern. *Pier. bras.*	1	partiel. 28°	204	13	29 av.-4 mai 1915	731-726
	2	15-16°	215	8	3-8 mai »	728-726, 729-726
	3	dehors et 20°	220	16	8-13 mai »	727-723, 724-723
	4	dehors	232	16	10-17 mai »	727-723, 731-720
Génér. hivern. *Mamestra br.*	1	26-27°	148	14	25 mars-16 avril 1915	735-720, 731-730, 73-3730
	2	20-22°	170	6	16-17 avril »	733-727
	3	dehors	207	28	15-23 avril »	731-720, 729-725
	4	partiel. 40°	175	7	18-21 avril »	728-725
	5	nuits dehors et jrs 36°	199	33	15-17 mai »	731 721

de ces séries, on remarque que la *totalité des éclosions s'est effectuée par une baisse barométrique,* tandis que, sur les 1728 éclosions observées *dans le milieu normal* et relatées au chapitre précédent, le 91,32 °/₀ seulement a eu lieu par une dépression atmosphérique.

On remarquera encore que les chrysalides ayant servi à ces nouvelles recherches n'ont pas seulement été soumises à une élévation de la température ; certains lots ont subi une diminution de chaleur, d'autres une alternance diurne et nocturne de froid et de chaud ; en outre, certaines chrysalides évoluaient dans un milieu humide, d'autres dans un milieu sec. Quoi qu'il en soit, chaque lot de chrysalides a été modifié dans la durée de la nymphose, et chaque lot a eu ses époques d'apparition spéciales. Malgré cela, *une dépression atmosphérique est quand même nécessaire pour provoquer la déhiscence des fourreaux.*

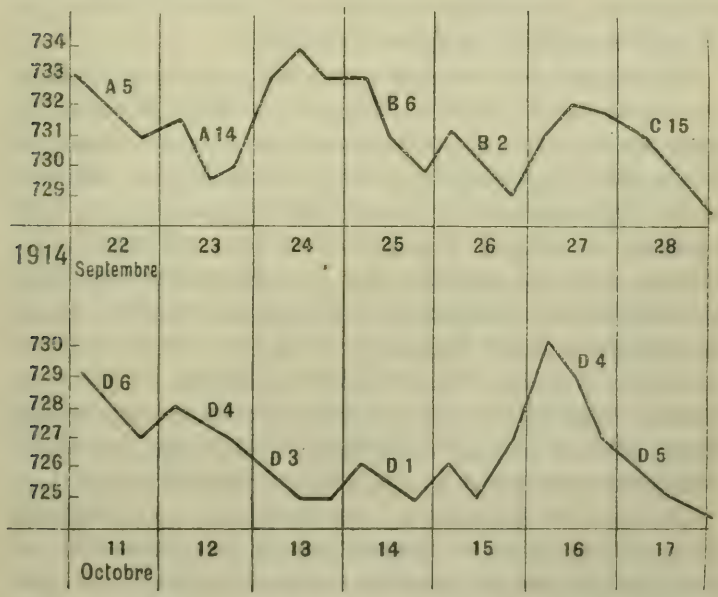


Fig. 4. — Développement nymphal de *Vanessa io* en rapport avec la température et la pression barométrique. *(Les majuscules indiquent la date d'éclosion et le chiffre à côté indique le nombre d'individus).* Lot A, nymphose dans 31° ; lot B, dans 22° ; lot C, dans 20° ; lot D, dans 13 à 18°

IV. — Conclusions

La nymphose des Lépidoptères, qui débute avec la dernière mue larvaire, se poursuit jusqu'au moment où la déhiscence des fourreaux thoraciques, provoquant l'ouverture de la chrysalide, livre passage au Papillon tout développé.

L'époque de l'éclosion est du reste indiquée quelque temps à l'avance par l'apparition, sur les téguments de la chrysalide, de certains *caractères précurseurs* dont les principaux consistent dans une dilatation des anneaux abdominaux et dans le fait que, chez les Rhopalocères notamment, les dessins et les couleurs des ailes, apparaissant sous les ptérothèques, s'y voient par transparence. A mesure que l'éclosion approche, ces caractères prennent une netteté plus grande, en sorte que, avec un peu d'habitude, il est toujours possible de déterminer le moment où le Papillon sortira de sa dépouille nymphale.

D'autre part, la durée de la nymphose varie dans une large mesure suivant les individus d'une même espèce. Indépendamment des conditions atmosphériques ambiantes, qui, comme on l'a vu, exercent, suivant leur degré d'intensité, une influence accélératrice ou retardatrice sur le développement, la vie nymphale peut se trouver, d'un individu à l'autre, prolongée ou accélérée, dans des conditions qui sont absolument semblables pour toutes les chrysalides. C'est ainsi qu'en considérant un lot de chrysalides sœurs, formées le même jour et maintenues durant toute leur vie dans les mêmes conditions de milieu, on constate constamment que les unes éclosent avec une avance de un, deux ou trois jours, quelque fois davantage, sur les autres. Nous avons donné, p. 423, quelques indications à ce sujet.

Ces variations de durée de la vie nymphale ne se présentent pas seulement dans les laboratoires, où leur observation est aisée, mais on peut les constater également à l'état naturel, où chaque espèce vole à une époque à peu près déterminée de l'année, en sorte que les individus de cette espèce se remarquent dans les prairies en même temps. Cependant, la date de vol de la majorité est toujours précédée ou suivie de l'apparition de

quelques individus isolés ; puisque s'étant développés dans la même localité et en même temps que la majorité, et ayant subi les mêmes influences du milieu qu'elle, ces individus isolés accusent en conséquence une accélération ou un ralentissement de leur nymphose. On trouvera, p. 422, quelques données, enregistrées tant à l'état naturel qu'en laboratoire, qui mettent bien en évidence ces avances et ces retards individuels.

D'autre part, la durée d'apparition des caractères précurseurs de l'éclosion, depuis le moment où ils se forment jusqu'au moment où le Papillon émerge de sa chrysalide, est elle-même soumise à une certaine variation, parmi les individus d'une même ponte ; pour quelques-uns, par exemple, la déhiscence des fourreaux se fera déjà le lendemain du jour d'apparition de ces caractères, tandis que pour d'autres, elle n'aura lieu que deux, trois ou même quatre jours après. Nous voyons par là que la durée de la chrysalide peut encore se prolonger passablement depuis le moment où le Papillon est tout formé, prêt à éclore, jusqu'à celui où il en sort effectivement ; dans bien des cas l'insecte attend avant d'éclore, et cette attente peut durer quelque temps. Et même il arrive que l'on constate souvent que le Papillon n'arrive pas à éclore et qu'il périt dans la chrysalide faute de n'avoir pu en sortir. Nous renvoyons à la p. 426 pour le détail de plusieurs observations relatives à ce sujet.

C'est en recherchant les causes de ces irrégularités que nous avons été amené à conclure que, parmi les facteurs de l'ambiance qui agissent sur l'ontogénie des Lépidoptères, *les variations de la pression atmosphérique* exercent une influence marquée, que nous avons étudiée longuement de 1907 à maintenant, non seulement au moyen d'expériences pratiquées avec un grand nombre d'individus, mais encore par une série considérable d'observations. Ces recherches, dont nous venons de publier les résultats, fournissent, en résumé, les données suivantes :

1. *L'action d'une pression atmosphérique uniforme sur la chrysalide, pendant la durée complète de son développement, ou bien seulement pendant la seconde moitié de celui-ci, prolonge la nymphose et tend à entraver l'éclosion du Papillon.* Lorsque la nymphose se trouve prolongée au delà d'une certaine limite, l'animal meurt dans sa chrysalide (p. 428 et 429).

2. *L'action d'une pression atmosphérique uniforme à la fin de la nymphose provoque une prolongation de la durée d'apparition des caractères précurseurs de l'éclosion* autrement dit, une prolongation de la vie du Papillon, tout formé, dans sa chrysalide. Cette prolongation peut atteindre le $^1/_{10}$ et le $^1/_5$ de la durée totale de la nymphose. De même que précédemment, il peut se faire que le Papillon meure avant d'éclore du fait de cette prolongation (p. 429 et 430).

3. *Une diminution de pression, agissant pendant toute la nymphose, ou bien seulement à la fin de celle-ci, en raccourcit notablement la durée* (p. 431).

Les expériences qui ont fourni ces résultats ont été confirmées par toute la série des observations que nous avons relatée p. 432 à 439, et qui nous a amené à conclure que, à l'*état naturel l'éclosion des Papillons n'a lieu, dans l'immense majorité des cas, que par une dépression atmosphérique.* En effet, sur 1758 éclosions que nous avons enregistrées et que nous avons comparées avec la courbe barométrique, le 91,32 % s'est produit par une diminution de la pression de l'atmosphère, et le reste, excessivement restreint, comme on le voit, par une pression uniforme ou par une hausse du baromètre (voir Pl. II).

De l'examen des courbes barométriques, sur lesquelles nous avons reporté, jour après jour, la date de chaque éclosion, nous concluons encore :

4. *Le nombre des éclosions est à peu près nul, lorsque le baromètre monte.* C'est à peine si, pendant les 7 années qu'ont duré ces observations, il s'échelonne de temps en temps, une éclosion sur une partie de la courbe ascendante.

5. *Le nombre des éclosions est en raison directe de l'intensité de la baisse barométrique.* C'est-à-dire que les jours de grande dépression ont amené des éclosions en quantité souvent énorme (p. 434).

6. *Une diminution de la pression atmosphérique de 1 mm est suffisante pour provoquer l'éclosion de tout Papillon prêt à émerger.* Nous avons calculé (voir p. 435) que le poids d'une couche de mercure de 1 mm d'épaisseur réparti sur toute la surface d'une chrysalide équivaut à 5,3 fois le poids de celle-ci ; c'est en conséquence une force suffisante pour provoquer la déhiscence des fourreaux.

7. *Lorsqu'une chrysalide est sur le point d'éclore alors que le baromètre monte, l'éclosion se trouve retardée jusqu'au jour où la pression baisse de nouveau.* (Voir fig. 1 et 2). Cette série d'observations montre nettement à quel point une dépression atmosphérique peut intervenir dans la durée du développement nymphal. Voici des chrysalides, chez lesquelles les caractères précurseurs de l'éclosion sont marqués avec leur maximum de netteté, et qui sont prêtes à éclore dans les quelques heures qui suivent ; mais la pression atmosphérique augmentant à ce moment, le Papillon reste dans sa chrysalide ; le baromètre monte pendant deux, trois, et même quatre jours, et l'éclosion ne se fait toujours pas ; il faut que la baisse survienne pour que la chrysalide s'ouvre et livre son hôte à la liberté. Ainsi s'explique cette *attente,* souvent constatée, qu'observe parfois le Papillon, bien qu'apte à éclore, avant de sortir de son enveloppe nymphale (p. 435).

Comme on le voit, ces observations confirment pleinement nos expériences ; les unes et les autres expliquent tous les cas que nous avons signalés au cours de ce travail, et démontrent que la pression atmosphérique intervient efficacement dans le développement nymphal des Lépidoptères, soit, lorsqu'elle baisse, pour en raccourcir la durée et provoquer la déhiscence des fourreaux nécessaire à l'éclosion, soit au contraire, lorsqu'elle reste stationnaire ou lorsqu'elle monte, pour prolonger la vie à l'état de chrysalide, et pour entraver l'éclosion du Papillon.

Du reste, il suffit de se rendre de la plaine à la montagne en emportant avec soi des chrysalides, ainsi que nous l'avons fait plusieurs fois, pour se convaincre encore de l'action de la pression atmosphérique ; la diminution de pression résultant de l'élévation en altitude amène plusieurs des chrysalides à éclore en cours de route ; et inversément, la descente en plaine avec des individus de la montagne retarde, du fait de l'augmentation de pression qui résulte de la descente, l'éclosion de la plupart d'entre elles (p. 438).

Maintenant, recherchons quel est le mécanisme qui intervient pour provoquer la déhiscence des fourreaux sous l'effet d'une diminution de pression.

Pour arriver à élucider ce problème, nous soumettons un certain nombre de chrysalides, qui sont sur le point d'éclore, et cela au moyen du dispositif que nous avons décrit p. 430, *à une diminution brusque de pression*, de 7 à 10 mm et nous constatons que, *dès l'instant où cette brusque diminution a lieu, la déhiscence des fourreaux se produit, amenant l'ouverture immédiate de la partie antérieure de la chrysalide, d'où le Papillon sort avec rapidité.*

D'autre part, nous soumettons un autre lot de chrysalides à l'action d'*une augmentation de pression* et nous constatons que si, pour un tiers, l'éclosion peut se faire normalement, pour les deux autres tiers elle ne peut avoir lieu et que le Papillon, malgré les efforts faits pour éclore, meurt dans sa chrysalide.

Il résulte en conséquence de ce qui précède que le Papillon, bien que tout formé dans sa chrysalide, n'a pas par lui-même le moyen d'en sortir ; pour cela une action mécanique est nécessaire et cette action réside dans une diminution de la pression atmosphérique survenant au moment propice ; ces Insectes doivent donc *attendre* qu'une baisse, qui ne tarde jamais beaucoup d'ailleurs, se présente pour provoquer leur libération.

Ainsi s'explique le mécanisme dont nous recherchons les effets ; il n'est pas difficile à comprendre :

Au cours du développement, et notamment à la fin de la nymphose, il s'établit un équilibre entre l'intérieur de la chrysalide et l'atmosphère ambiante. Le baromètre venant à monter, ce qui indique une augmentation de l'épaisseur de la couche d'air et par conséquent une augmentation du poids agissant sur la chrysalide, il se forme une pression *du dehors au dedans*, capable de retenir les fourreaux contre le corps de l'animal, en appuyant sur ceux-ci de façon à les empêcher de s'ouvrir. Cela est prouvé par nos expériences d'augmentation de pression, de même que par celles de nos observations où nous avons constaté qu'un excessivement petit nombre de chrysalides éclosent par une hausse barométrique.

Au contraire, la colonne de mercure venant à baisser, c'est-à-dire l'épaisseur de la couche d'air diminuant, de même que le poids qu'elle représente, il se forme une pression du *dedans au dehors*, laquelle fait sauter les lignes de déhiscence de la chry-

salide et libère le Papillon. C'est, en quelque sorte, le même principe qui, chez l'homme, produit un afflux du sang aux orifices de son corps, lorsqu'il monte à une altitude trop élevée.

Ce mécanisme est mis en évidence d'une façon absolue par les recherches qui viennent d'être publiées ; les expériences de diminution brusque de pression ne laissent notamment aucun doute sur *l'action d'une dépression comme nécessaire à l'éclosion des chrysalides.*

Nous devons maintenant chercher à expliquer pourquoi, dans nos observations, nous avons constaté qu'il y a le 8,68 % des éclosions qui échappent à la règle générale et qui se font par une élévation de la pression atmosphérique, ou par une pression uniforme.

Tout d'abord, il faut tenir compte du défaut d'observation pendant la nuit ; il a pu en effet se présenter quelques cas où une dépression nocturne ait passé inaperçue. Cependant, nous pouvons démontrer que la cause qui a produit ces quelques éclosions en dehors de la règle générale est tout autre.

Au chapitre III, nous avons envisagé qu'une augmentation de volume du corps du Papillon, au moment de l'éclosion, peut faire sauter les fourreaux de la chrysalide et jouer le même rôle que celui joué par une diminution de la pression ambiante. Cette augmentation de volume peut être, en effet, produite par la dilatation des liquides sanguins et des tissus provenant d'une élévation de température au moment de la maturation de la chrysalide.

C'est pourquoi nous avons entrepris une nouvelle série d'expériences où l'élévation de la température était étudiée en corrélation avec la baisse barométrique et nous avons constaté qu'alors *la totalité des éclosions a lieu par une dépression* (p. 442).

D'autre part, si nous jetons un coup d'œil à la longue série de nos courbes, aux jours où des éclosions se sont produites, exceptionnellement, par une pression atmosphérique uniforme ou par une augmentation de pression, *nous constatons que chaque fois la température s'est élevée au moment de ces éclosions.*

Dès lors apparaît comme absolument prouvé le *mécanisme* qui provoque l'éclosion des Papillons ; une dépression, même minime, est absolument nécessaire ; l'insecte n'éclôt que lors-

qu'elle se produit et ne peut éclore sans elle ; à l'état naturel une diminution de la pression atmosphérique survient toujours au bout de quelques jours, sinon chaque jour, en sorte que l'animal n'aura jamais à attendre trop longtemps pour que l'état de l'atmosphère vienne le libérer. D'ailleurs, dans les cas de stabilité ou de hausse barométrique trop prolongée, le Papillon, ainsi que nous l'avons constaté, meurt dans sa chrysalide faute de pouvoir émerger ; ce cas peut à la rigueur se produire à l'état naturel.

Cependant, un second mécanisme vient compléter parfois, bien qu'accidentellement, le premier et peut le remplacer lorsque celui-ci fait défaut. Ce second mécanisme réside dans une élévation de la température survenant au moment de la maturation nymphale.

Nous devons envisager encore un côté pratique de la question. On sait que les Lépidoptères diurnes ne volent que lorsque le soleil luit et que, pour les nocturnes, une certaine chaleur est nécessaire pour la fonction du vol. Il semblerait en conséquence que leur éclosion, s'effectuant par une baisse barométrique, les placerait dans un milieu défavorable, à supposer qu'une dépression atmosphérique soit toujours en corrélation avec un changement de temps et l'amoncellement de nuages ; non seulement cela n'est pas forcément le cas, mais il y a lieu de retenir que les Rhopalocères, et à plus forte raison les Hétérocères, s'ils ne volent pas lorsque le soleil est caché, peuvent parfaitement vivre et se reproduire même par la pluie. Ainsi, le fait qu'ils puissent venir au monde quand le temps se gâte, ne porte pas préjudice au maintien des espèces.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. Bachmetjew, P. Experimentelle entomologische Studien, *Leipzig* 1901.
2. Ball, Fr. Note sur l'effet de la température sur les chrysalides. *Ann. Soc. Ent. Belge* XLV, p. 385-388, 1901.
3. Bellati, M. et Quajat. E. Esperienze sullo schindimento estemporaneo delle nova del Baco da seta. *Atti. d. R. Istit. veneto d. Sc. lett. ed. Arti.*, III, p. 1715-36, 1894
4. Brunhaver, Paul. Der Einfluss der Temperatur auf das Leben der Tagfalter. *Inaug. Dissert, Munchen-Iena*, 1883.

5. Caradja, A. von. Bemerkungen über *Spilosoma mendica*. *Soc. Ent.* IX, p. 33-35, 1894.

6. Cholodkovsky, N. Sur quelques variations artificielles du Papillon de l'Ortie (*Vanessa urticae*). *Ann. Soc. Ent. France*, LXX, p. 174-177, 1901.

Collinge, W.-E. The effect of change of food and temperature on the developpement of *Abraxas grossulariata*, Steph. *Journ. of Econ. Biol.* I (tirage à part, p. 4), 1905.

8. Dorfmeister, G. Uber die Einwirkung verschiedener, wärend der Entwicklungs Perioden angewendeter Wärmegrade auf die Färbung und Zeichnung der Schmetterlinge. *Mitt. d. Naturw. Vereins fur Steiermark*, II, 1879.

9. — Ueber den Einfluss der Temperatur bei der Erzeugung der Schmetterlingsvarietäten. *Mitt. d. Naturw. Vereins fur Steiermark*, II, 1879.

10. Federley, H. Lepidopterologische Temperatur-Experimente mit besonderer Berücksichtigung der Flügelschuppen. *Festsch. f. Palmen* (tirage à part 117 p., 3 pl.), 1905.

11. Fischer, E. Neue experimentelle Untersuchungen und Betrachtungen über das Wesen und die Ursachen der Aberrationen in der Faltergruppe *Vanessa*. *Berlin* 1896.

12. Frings, Carl. Experimente mit erniedrigter Temperatur im Jahre 1898. *Soc. Ent.* XIV, p. 41-67, 1899.

13. Gauckler, H. Experimente mit niedriger Temperatur an *Vanessa* Puppen. *Iris*, II, p. 394-397, 1896.

14. — Der Einfluss des Wassers auf das Leben der Raupen. *Illustr. Wochenschr. f. Entom*, II, p. 295-296, 1897.

15. — Untersuchungen über beschleunigte Entwicklung überwinterdern Schmetterlings puppen. *Ill. Zestsch. f. Ent.* IV, 1899.

16. Henneguy, L.-F. Les Insectes, Morphologie, Reproduction. Embryogénie. *Paris* 1904.

17. Kathariner, L. Versuche über den Einfluss des Lichtes auf die Farbe der Puppe vom Tagpfauenauge. *Biol. Centralbl.* XIX, p. 712-718, 1899.

18. — Versuche über den Einfluss der verschiedenen Strahlen des Spectrums auf Puppe und Falter von *Vanessa urticae* und *io*. *Ill. Zeitsch. f. Entom.*, p. 361-469, 1900.

19. Linden, M. von. Versuche über den Einfluss äusserer Verhältnisse auf die Gestaltung der Schmetterlinge. *Zeitsch. f. Ent.* IV, p. 225-372, 1899.

20. Merrifield, F. The effect of temperature in the pupal stage. *Trans. Ent. Soc. London*, p. 55-68, 1893.

21. — Temperatur experiments on Lepidoptera. *Trans. Ent. Soc. London*, p. 425-438, 1894.

22. Pictet, Arnold. Influence des changements de nourriture des chenilles sur le développement de leurs Papillons. *Arch. Sc. phys. et nat.*, IV, vol. 14, p. 537-540, 1902.

23. — Variations dans le cycle évolutif des Lépidoptères. *Arch. Sc. phys. et nat.*, IV. vol. 18, p. 608-612, 1904.

24. Pictet, Arnold. Influence de l'alimentation et de l'humidité sur la variation des Papillons. *Mem. Soc. Phys. et Hist. nat.*, vol, 35, p. 45-127, pl. 1 à 5, 1905.
25. — Des Diapauses embryonnaires, larvaires et nymphales chez les Insectes lépidoptères. *Bull. Soc. lépid. Genève*, vol. I, p. 98-153 (7 fig.), 1906.
26. — Diapauses nymphales chez quelques Lépidoptères. *Arch Sc. phys. et nat.*, IV, vol. 27, p. 87-90, 1909.
27. — Nouvelles recherches sur l'hibernation des Lépidoptères. *Arch. Sc. phys. et nat.*, IV, vol. 35, p. 301-304, 1913.
28. — Le rôle joué par la sélection naturelle dans l'hibernation des Lépidoptères. *C. R.* IXe *Congrès intern. zool. Monaco*, p. 774-788, 1913.
29. Quajat, E. Prodotti raspiratori delle nuova del filugello dal momento della deposizione fino a completa svernatura. *Boll. mens. Bachic.* IV, p. 109-121, 1898.
30. Regener, E. Erfahrung über den Nahrungsverbrauch der grossen Kiefenraupen. *Magdebourg*, 1865.
31. Rollat, V. Expériences sur les œufs du Ver à soie du Murier, race annuelle. *C. R. Ac. Sc.*, CXIX, 1894.
32. Rühl, Fritz. Einige Kürze lepidopterologische Mitteilungen. *Soc. ent.* p. 85-86, 93, 1892.
33. Schröder, F. Experimentelle Untersuchungen bei den Schmetterlingen und deren Entwickelungs Zuständen. *Ill. woch. Entom.* p. 133-137, 181-184, 1 fig., 1 pl., 1896.
34. Schoch, G. Zurcht von *Enprepia caja* in gefärbten Licht. *Mitt. Schw. Entom. Gesel.*, V, 1880.
35. Selmons, G. Beitrag sur Zurcht von *Parnassius apollo. Soc. ent.* IX, p. 50-51, 1894.
36. Standfuss, M. Ueber die Gründe der Variation und Aberration des Falterstadiums bei den Schmetterlingen. *Insekten Börse*, 1894 et 1895.
37. — On the causes of variation and aberration in the imago-stage of butterflies. *The Entom.* XXVIII, p. 69-76, 1895.
38. — Handbuch der palaearktischen Grosschmetterlinge für Forscher und Sammler. *Iena*, 1896.
39. Terre, M.-L. Sur les troubles physiologiques qui accompagnent la métamorphose des Insectes holométaboliens. *C. R. Sc. Biol.* V, 1900.
40. Urech, F. Chemisch-analytische Untersuchungen an lebenden Raupen, Puppen und Schmetterlingen und an ihren Sekreten. *Zool. Anz.*, p. 254-341; 1890.
41. Weismann, Aug. Studien zur Descendenz Theorie. Ueber den Saison-Dimorphismus. *Leipzig*, 1875.
42. — Neue Versuche zum Saison-Dimorphismus. *Zool. Iahrb. Syst.*, VIII, p. 1-74, 1895.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

PENDANT LES MOIS DE

Mars, avril et mai 1917

(PRINTEMPS 1917)

OBSERVATIONS DIVERSES

Mars 1917

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée :* le 31, à Lavey ; le 5, à Savatan ; les 5, 22, 24 et 25, à Dailly et à l'Aiguille.

Neige sur le sol. — Du 3 au 6 et du 29 au 30, à Lavey et à Savatan ; du 3 au 11, du 13 au 18, du 21 au 26 et du 29 au 31, à Dailly ; du 3 au 19, du 21 au 26 et du 29 au 31, à l'Aiguille.

Fœhn : Le 11, aux deux stations inférieures.

Avril 1917

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée :* le 21, à Lavey ; les 13 et 17, à Savatan ; les 6, 12, 13 et 16, à Dailly et à l'Aiguille.

Neige sur le sol : les 18 et 19, à Lavey ; les 13, 18 et 19, à Savatan ; du 1 au 11, les 13 et 14 et du 16 au 23, à Dailly ; du 1 au 11, les 13 et 14 et du 16 au 30, à l'Aiguille.

Fœhn : du 4 au 5, aux quatre stations.

Mai 1917

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée :* les 7 et 22, à Lavey ; les 7, 16, 28 et 31, à Savatan ; les 21, 22, 28, 29 et 31, à Dailly et à l'Aiguille.

Fœhn : les 3 et 4, aux quatre stations.

Orage : le 14.

MOIS DE MARS 1917

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromét. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée) Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm	mm	o	o	%	%				mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm
1	705.8	656 0	0.9	-3.1	59	61	6	5	5	....	....	....	....	....	....	....	....
2	701.1	652.5	-1.7	-2.3	71	74	3	7	4	10.3	2	8.9	9	9.9	11	10.1	12
3	696.3	648.1	0.0	-3.3	83	98	7	10	8	....	....	....	....	0.7	1	0.8	2
4	695.2	648.3	-2.0	-2.6	78	80	2	2	1	1.7	....	1.1	1	1.2	1	1.9	2
5	692.7	644.2	0.3	-3.1	89	97	9	8	8	....	....	....	....	0.2	1	0.2	1
6	690.1	642 3	3.1	-0.5	46	56	7	3	6	....	....	....	....	....	....	....	....
7	**677.1**	**631.2**	5.2	1.1	52	45	7	8	8	....	....	....	....	0.8	2	0.5	2
8	687.7	635.8	-2.0	-4.4	87	100	10	10	10	3.5	1	4.5	3	10.1	11	10.4	12
9	701.5	651.5	**-3.9**	-4.2	67	58	6	6	5	8.0	....	1.9	....	1.5	....	1.4	....
10	702.5	654.2	4.8	4.2	64	48	5	4	3	....	....	....	....	....	....	....	....
11	698.9	652.7	**7.2**	**6.3**	**42**	**36**	1	3	3	....	....	....	....	....	....	....	....
12	697.0	649.8	3.9	2.3	88	78	10	10	6	19.8	....	20.0	....	19.2	10	19.6	12
13	701 5	653.0	3.7	0.4	87	96	8	10	8	2.6	....	2.2	....	1.6	2	1.4	2
14	697.9	659.6	3.7	0.5	67	80	9	10	9	23.2	....	24.0	7	**28.2**	**21**	**29.4**	**26**
15	701.2	653.5	1.2	-2 2	93	98	10	9	9	4.8	....	6.8	....	7.6	7	7.2	6
16	713 0	663.7	-0.7	-4.0	50	69	0	0	1	....	....	....	....	....	....	....	....
17	**716.3**	**667.0**	1.5	0.1	46	44	0	0	6	....	....	....	....	....	....	....	....
18	713.2	663.8	4.4	3.1	47	51	0	1	4	....	....	....	....	....	....	....	....
19	709.0	658.5	4.9	1.6	54	67	0	2	3	....	....	....	....	....	....	....	....
20	696 0	648.7	2.5	-0.7	75	68	9	9	10	1.0	....	....	....	0.9	1	0 9	2
21	690.3	644.9	0.9	-3 2	70	77	5	6	8	0.3	....	0.8	1	1.0	2	0.9	2
22	694.0	644.2	-0.6	**-4.9**	71	100	10	8	10	0.1	....	0.8	1	2.4	3	2.5	3
23	698.2	649.1	0.2	-4.0	70	93	9	9	7	....	....	....	....	2.0	2	2.1	2
24	699.1	650.1	-0.7	-4.5	79	99	10	10	10	0.5	....	....	....	2.3	3	2.0	3
25	700.4	651.1	0.8	-4.0	77	97	8	7	9	....	....	....	....	0.1	....	0.2	....
26	694.0	649.0	1.8	-1.2	57	75	0	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
27	692 6	644.5	4.1	-1.0	48	60	2	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
28	698 7	649.1	-0.5	-4.2	**96**	98	10	10	10	8.0	**5**	17.5	**11**	18.9	16	19.1	17
29	701.7	654.0	-1.0	-3.1	74	61	7	6	6	....	....	....	....	....	....	....	....
30	698.9	652.1	5.7	3.1	60	63	10	10	10	15.5	....	9.6	....	10.2	2	9.7	2
31	697.1	650.0	4.5	2 9	87	63	10	10	10	**23.6**	....	**27.5**	....	16.1	6	15 2	6
Mois	698.69	650.43	1.68	-1.12	69	74	6.2	6.4	6.3	122.9	8	125.6	33	134.9	105	135.5	114

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1917

Pression atmosphérique

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm	1 h. s. mm	9 h. s. mm	Moyenne mm	7 h. m. mm	1 h. s. mm	9 h. s. mm	Moyenne mm
1re décade ...	695.06	694 57	695.42	6 5.02	646.75	646.55	645.92	646.41
2me » ...	704.73	704.43	704.37	704.41	656 15	656.22	656.05	656.14
3me » ...	696.94	696.22	697.29	696.82	648.79	648.92	649.02	648.91
Mois..	698.85	698.24	698.97	698.69	650 50	650.51	650.29	650.43

Température

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade ...	-0.99	2 31	0.07	0.46	-3.5	4.4
2me » ...	1.00	5.96	2.71	3.22	-0.6	7.4
3me » ...	-1.13	4.40	0.85	1.38	-2.4	5.4
Mois..	-0.40	4.23	1.20	1.68	-2.1	5.7
	Dailly					
1re décade ...	-3.36	-0.33	-1.79	-1.83	-5.7	1.9
2me » ...	-0.21	2.58	-0.14	0 74	-2 5	4.0
3me » ...	-3.55	-0.61	-2.42	-2 19	-5.5	1.0
Mois..	-2.41	0.51	-1.48	- 1.12	-4 6	2.3

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade ...	77	58	74	70	80	68	67	72
2me » ...	72	57	66	65	67	67	72	69
3me » ...	83	53	79	72	89	72	81	81
Mois..	77	56	73	69	79	69	73	74

Nébulosité

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade ...	5.8	7.2	5.7	6 2	5.7	7.8	5.3	6.3	5.6	7.3	4.6	5.8
2me » ...	5.0	5.0	4.5	4.8	4.9	6.0	5 4	5.4	4.9	6.3	4.5	5 3
3me » ...	6.9	8.2	7.1	7.4	7.8	8.0	6.5	7.4	6.9	8.2	7.8	7.6
Mois..	5.9	6.8	5.8	6.2	6.2	7.3	5.7	6.4	5 8	7.3	5.7	6.3

MOIS D'AVRIL 1917.

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm	mm	o	o	%	%				mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm
1	**695.9**	648.4	1.3	-0.9	93	100	10	10	10	13.0	....	7.0	....	8.9	7	8.5	7
2	696.2	**648.3**	2.7	-1.2	74	82	5	6	4	3.3	1	3.0	3	4.9	2	4.8	2
3	697.9	649.4	**-0.5**	-2.6	**98**	84	8	7	8	1.0	....	4.8	....	1.1	3	1.2	3
4	699.5	652.4	4.8	0.6	**36**	40	2	3	3	....	....	....	....	....	....	....	....
5	699.1	651.2	7.4	2.7	40	**38**	7	8	9	3.0	....	3.0	....	8.6	6	8.4	6
6	700.6	650.9	1.3	-0.6	94	88	10	7	7	7.0	....	6.5	....	19.7	10	19.8	10
7	697.8	650.4	3.5	1.4	42	48	1	1	1	....	....	....	....	....	....	...	...
8	697.7	649.2	4.1	0.1	61	71	9	10	8	6.0	....	7.0	...	6.9	4	6.8	5
9	698.4	649.9	4.3	-0.3	69	85	7	6	6	6.3	....	4.4	....	6.2	5	6.4	5
10	701.1	652.2	3.7	-0.6	58	65	6	6	6	....	....	....	....	0.1	1	0.1	1
11	699.7	653.4	5.8	1.0	39	49	0	0	1	....	....	....	....	....	...	....	....
12	699.9	653.7	5.5	0.6	78	85	10	9	8	13.0	1	10.0	8	13.2	8	13.4	9
13	700.7	653.6	1.3	-0.6	97	91	10	10	10	4.7	....	5.8	....	6.6	5	6.4	5
14	697.3	651.3	4.6	2.4	85	88	9	7	6	0.4	....	0.4	...	0.1	...	0.2	....
15	696.0	651.1	4.0	0.7	92	94	10	10	10	8.4	....	10.0	....	12.1	8	12.0	8
16	701.6	652.3	0.8	-2.3	87	89	10	10	10	3.1	....	4.0	2	6.1	6	6.2	6
17	701.5	653.5	0.2	-1.7	93	82	10	10	10	**16.2**	**3**	**16.5**	**18**	**21.1**	**27**	**21.0**	**27**
18	704.9	657.7	0.9	**-3.4**	70	75	9	9	7	5.8	2	6.8	8	6.2	7	6.0	6
19	704.6	657.1	2.9	0.1	66	75	10	9	7	0.4	...	1.3	....	0.6	1	0.5	1
20	706.9	658.4	4.2	2.2	78	88	10	10	9	1.6	....	3.0	....	3.6	3	3.2	3
21	706.7	658.4	5.0	-0.2	55	81	8	6	8	1.4	....	...	....	3.4	2	3.2	2
22	706.4	657.2	3.1	-1.6	55	72	4	6	4	....	....	....	....	0.1	....	0.1	....
23	705.0	656.9	4.1	-0.6	47	63	2	3	2	....	....	....	....	....	....	....	....
24	705.0	657.1	5.3	1.1	56	60	1	3	2	....	....	....	....	....	....	....	....
25	708.1	658.9	6.8	1.8	43	47	3	3	2	....	....	...	....	....	....	....	....
26	**709.0**	**661.1**	7.0	3.0	51	58	0	1	2	....	....	....	....	....	...	....	....
27	707.4	659.2	8.3	4.3	51	56	0	1	1	....	....	....	....	....	...	....	....
28	706.1	658.2	9.3	6.2	43	51	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
29	704.1	659.0	11.7	9.0	45	46	0	0	0	....	....	....	...	...	....	....	....
30	703.8	657.9	**14.5**	**10.8**	39	44	7	6	4	....	....	....	....	...	....	....	...
Mois	701.97	654.28	4.60	1.05	65	70	5.9	5.9	5.6	94.6	7	93.5	39	129.5	105	128.2	106

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1917

Pression atmosphérique

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm	1 h. s. mm	9 h. s. mm	Moyenne mm	7 h. m. mm	1 h. s. mm	9 h. s. mm	Moyenne mm
1re décade ...	698.44	698.28	698.57	698 43	650 05	650.24	650.45	650.25
2me » ...	701.43	701.37	701.15	701.32	653.76	654.48	654.42	654.22
3me » ...	706.37	705.92	706.18	706.16	658.09	658.72	658.35	658.39
Mois..	702 08	701.86	701.97	701.97	653.96	654.48	654.41	654.28

Température

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade ...	1.22	5 94	2 62	3.26	-0.8	7.7
2me » ...	1.27	4.77	3.05	3.03	-0.4	6.7
3me » ...	3.35	11.90	7.24	7.50	2.2	13 4
Mois..	1.95	7.54	4.30	4.60	0.3	9.3
	Dailly					
1re décade ...	-1.74	1.88	-0.51	-0.12	-3.1	3.2
2me » ..	-1.06	1.21	-0.45	-0.10	-3.6	3.4
3me » ...	1.07	5.95	3.10	3.37	-0.4	7.9
Mois..	-0.58	3.01	0.71	1.05	-2.4	4.8

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade ...	77	57	66	67	77	65	69	70
2me » ...	85	68	82	78	88	74	83	82
3me » ...	64	35	47	49	67	49	58	58
Mois..	76	53	65	65	77	63	69	70

Nébulosité

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade ...	7.7	5.5	6 3	6 5	7.9	5.7	5.5	6.4	7.3	5.9	5.4	6.2
2me » ...	8.6	8.9	9.0	8.8	8.3	8.6	8.3	8.4	8.0	6.8	8.7	7.8
3me » ...	2.9	2.9	1.7	2.5	3.7	2.9	2.2	2.9	2.6	3 0	2.3	2.6
Mois..	6.4	5.8	5.6	5.9	6.6	5.7	5.3	5 9	6.0	5.2	5.5	5.6

MOIS DE MAI 1917

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne Savatan	Baromètre Hauteur moyenne Dailly	Thermomètre Température moyenne Savatan	Thermomètre Température moyenne Dailly	Hygromét. Fraction de saturation moyenne Savatan	Hygromét. Fraction de saturation moyenne Dailly	Nébulosité moyenne Lavey	Nébulosité moyenne Savatan	Nébulosité moyenne Dailly	Pluie et Neige (hauteur mesurée) Lavey Pluie	Lavey Neige	Savatan Pluie	Savatan Neige	Dailly Pluie	Dailly Neige	Aiguille Pluie	Aiguille Neige
	mm	mm	o	o	%	%				mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm
1	704.7	658.9	13.3	10.6	47	47	4	3	6	....	....	....	....	....	....	....	....
2	705.0	659.6	13.6	11.1	42	45	0	0	1	....	....	....	....	....	....	....	....
3	704.2	658.9	16.5	12.6	37	43	1	3	3	....	....	....	....	....	....	....	....
4	703.8	658.4	16.9	12.4	40	41	7	7	6	....	....	....	....	0.1	....	0.1	....
5	703.5	656.4	14 4	11.1	49	56	7	8	8	....	....	....	....	....	....	....	....
6	702.4	656.0	13 5	10.5	76	73	7	7	8	....	....	....	....	0 4	....	0.3	....
7	701.9	655.8	9.7	9.7	92	75	9	9	7	4.5	....	9.5	....	6.2	....	6.0	....
8	701.9	655.8	**9.1**	**6.9**	95	90	6	8	8	6.3	....	7.0	....	6.8	....	6.4	....
9	703.0	657 7	12.6	10.1	63	57	4	3	4	....	....	....	....	....	....	....	....
10	705.7	659.2	15.2	12.9	55	45	3	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
11	705.5	659.2	18.6	15.3	39	37	3	3	1	....	....	....	....	....	....	....	....
12	705.3	659.7	19.3	17 6	41	39	3	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
13	706.5	661.3	19.9	**18.6**	40	**35**	2	3	3	....	....	....	....	....	....	....	....
14	706.2	660.4	**21.4**	16.5	**33**	46	4	3	5	2.0	....	2.0	....	1.8	....	1.5	....
15	704.0	657.5	14 7	12.7	77	65	9	7	9	5.0	....	6.0	....	6.4	....	6.5	....
16	701.6	656.0	14.0	11.5	83	77	8	8	7	2.6	....	2.8	....	4.5	....	4.2	....
17	700.2	654 8	13.4	10.9	75	76	3	4	3	0.5	....	....	....	0.1	....	0.2	....
18	697.8	653.1	13.1	11.7	83	53	10	9	9	....	....	....	....	....	....	....	....
19	696.8	653.1	15.8	12.2	41	47	6	8	6	....	....	....	....	....	....	....	....
20	**695.3**	**652.1**	17.7	12 7	35	43	6	10	8	....	....	....	....	....	....	....	....
21	698.9	653.8	13.0	10.0	91	96	10	10	10	7.2	....	8.9	....	11.4	....	11.1	....
22	703.7	657.6	12.9	9.8	98	**98**	10	10	9	4.9	....	5.1	....	4.7	....	4.8	....
23	706.7	661.4	14.9	12.2	73	72	8	3	2	....	....	....	....	....	....	....	....
24	710.1	**664.5**	17.3	14.3	62	62	8	3	4	....	....	....	....	....	....	....	....
25	**710.7**	661.3	17.3	14.5	63	61	2	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
26	707.6	662.7	17 9	16.3	64	60	0	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
27	699.5	656 2	16.4	11.1	66	63	1	1	2	**10.9**	....	**15.0**	....	12.1	....	12.0	....
28	699.2	654.8	12.1	11.3	100	84	10	10	9	9.5	....	11.2	....	**15.1**	....	**14.9**	....
29	703 8	657.0	10.5	12.5	95	81	10	9	10	0.9	....	1.8	....	1.9	....	1.5	....
30	702.5	656.8	10.6	8.0	83	90	9	6	7	2.0	....	2.8	....	3.1	....	3.4	....
31	705.1	660.0	11 1	8.4	82	82	10	8	7	....	....	....	....	0.3	....	0.2	....
Mois	703.33	657.84	14.73	12.23	65	62	5.9	5 5	5.4	56.3	....	72.1	....	74.9	....	73.1	....

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1917

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm	1 h. s. mm	9 h. s. mm	Moyenne mm	7 h. m. mm	1 h. s. mm	9 h. s. mm	Moyenne mm
1re décade ...	703.98	703.42	703.42	703 61	657.66	657.69	657.67	657.67
2me » ...	702.27	701.66	701.86	701.93	656.86	656.67	656.63	656.72
3me » ...	704.52	703.96	704.54	704.34	658.78	658.93	659.30	659.00
Mois..	703.62	703.04	703.32	703.33	657.80	657.80	657.91	657.84

Température.

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade . .	10.16	17.03	13.24	13.48	9.5	19.3
2me » ...	14.29	20 27	15.81	16.79	11.9	21.7
3me » ...	11.15	17.26	13.62	14.01	10.4	18.5
Mois..	11.84	18.16	14.20	14.73	10.6	19.8
	Dailly					
1re décade ...	8.68	13 55	10.17	10.80	6 7	15.3
2me » ...	11.79	17.12	12 95	13.95	9.9	18.6
3me » ...	10.65	13.36	11.91	11.97	8.6	14 7
Mois..	10.38	14.63	11.68	12 23	8.4	16.2

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade ...	69	51	58	60	60	54	57	57
2me » ...	58	48	59	55	57	46	52	52
3me » ...	97	67	75	80	80	77	75	77
Mois...	75	56	64	65	66	59	62	62

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade ...	4.7	4.9	5.0	4.9	4.5	5.0	5.4	5.0	5.5	5.6	4.6	5.2
2me » ...	4.6	6.0	5.8	5.5	5.0	6.9	5.2	5.7	5 1	5.5	5.7	5.4
3me » ...	6 6	7.6	7.2	7.1	5.5	6 4	5.8	5.9	5.7	6 0	5 1	5.6
Mois..	5 4	6.2	6.0	5.9	5.0	6.1	5.5	5.5	5.4	5.7	5.1	5.4

COMPTE RENDU DE LA SÉANCE

DE LA

SOCIÉTÉ SUISSE DE PHYSIQUE

tenue à Zurich le 11 septembre 1917

Président : M. le Prof. Aug. Hagenbach
Secrétaire : M. le Prof. H. Veillon

P.-B. Huber. Influence de la conductibilité atmosphérique sur la conductibilité du corps humain. — A. Hartmann. Sur un modèle de l'atome du Lithium. — Pierre Weiss. Grand électro-aimant de laboratoire. — K. Beck. L'énergie d'aimantation des cristaux de fer. — A. Piccard. *a)* Méthode de mesure pour la détermination de l'aimantation en fonction de la température et du champ ; *b)* Origine de l'Actinium. — M. Wolfke. *a)* Sur un nouveau rayonnement secondaire des rayons canaux ; *b)* Nouvelle lampe de quarz. — J. Brentano. Recherches spectrales sur les rayons Röntgen. — A. Hagenbach et E. Frey. Recherches spectroscopiques sur la décharge annulaire sans électrode produite par des oscillations électriques. — E. Meyer. *a)* L'expérience de Wilson à une température inférieure à 0° ; *b)* Sur la formation des rayons cathodiques. — H. Greinacher. *a)* Recherches sur des cellules de sélénium avec du courant alternatif ; *b)* Batterie à haute tension. — K.-W. Meissner. Sur les régularités présentées par le spectre du néon. — D. Korda. Expérience d'Eötvös pour mettre en évidence la rotation terrestre.

P.-B. Huber (Altorf). — *Influence de la conductibilité atmosphérique sur la conductibilité du corps humain.*

Sollicité par M. le Directeur Muller de l'Institut Salus de Zurich, d'étudier l'influence de l'électricité atmosphérique sur le corps humain, l'auteur a fait des expériences durant 18 mois sur plus de 200 jours différents avec un certain nombre de jeunes gens de 14 à 15 ans. Pour obtenir de bons résultats, il est important de tenir compte du genre de vie des individus et des heures de la journée où l'on fait les observations. Comme il s'agissait ici des

élèves d'un même internat, le genre de vie était le même pour tous ; le moment des observations avait été fixé entre 5 h. et 5 $^1/_2$ h. de l'après-midi. La conductibilité de l'atmosphère était déterminée par la méthode connue de la dispersion avec l'électromètre de Wulf, tandis que celle du corps humain était indiquée par un galvanomètre à miroir, le corps formant résistance dans un courant galvanique produit par une tension de 1 volt.

Les résultats des recherches sont les suivants :

1. Si les individus étudiés ont de la dispersion, ils ne sont pas propres aux recherches à cause des oscillations du courant.

2. Après des marches fatigantes ou des jeux mouvementés, il y a également des oscillations telles qu'un bon résultat est exclu.

3. Après des jeux modérés, les oscillations durent de 5 à 7 minutes ; ensuite la marche est normale et tranquille.

4. *D'une façon générale, la conductibilité du corps humain augmente avec celle de l'atmosphère, et inversément, de sorte qu'on peut dire que les deux conductibilités ont une marche parallèle.*

L'auteur n'a constaté des exceptions qu'avant et pendant le föhn, pendant des orages et des chutes de neige, en général, lorsqu'il y avait de fortes perturbations dans l'état électrique de l'air, toutefois avec un élève seulement.

Dans des conditions normales, le courant à travers le corps décroît peu à peu pendant les 15 minutes que dure l'observation. Dans les exceptions signalées, il se produit au contraire une augmentation du courant, et cela un ou deux jours avant l'apparition du föhn (orage et chute de neige également) d'une façon suffisamment régulière pour qu'on puisse prédire le föhn un ou deux jours à l'avance. Le nom de « maladie du föhn » semble ainsi justifiée. La diminution de courant provient d'un contre-courant qui prend naissance dans le corps et s'oppose au courant de la batterie. L'accroissement exceptionnel constaté provient d'un extracourant produit par le corps et ayant même sens que celui de la batterie. Il appartient aux physiologistes d'indiquer la cause profonde de ces courants.

A. Hartmann (Aarau). — *Sur un modèle de l'atome du Lithium.*

Il a paru récemment dans les *Münchener Berichte* un travail de M. Sommerfeld, où cet auteur parvient à une formule spectrale pour le lithium, basée sur la théorie de Bohr, qu'il a élargie. Dans cette théorie, on fait entre autres l'hypothèse que les deux électrons intérieurs se meuvent sur un cercle autour du noyau, dont les dimensions sont supposées petites par rapport à

la trajectoire de l'électron extérieur. Il en résulte que les deux électrons tournent si vite que l'on peut admettre en première approximation une répartition uniforme de la charge sur le cercle. Qualitativement, la formule concorde bien avec l'expérience, mais non quantitativement. Car, d'une part, l'on obtient à peine les constantes des séries quant à leur ordre de grandeur, et, d'autre part, il est impossible d'en déduire le terme négatif de la série principale. On n'obtient pas de meilleur résultat en essayant de faire le calcul dans l'hypothèse que l'électron extérieur ne se meut pas dans le même plan que les deux autres.

Par contre, si l'on suppose que *les électrons intérieurs décrivent aussi des ellipses*, on obtient des valeurs numériques qui concordent bien avec l'expérience. Il faut alors faire l'hypothèse que l'électricité se répartit le long de l'ellipse proportionnellement au temps que l'électron emploie pour parcourir chaque élément de la trajectoire. Au reste, ces ellipses peuvent satisfaire aux conditions des quanta de Bohr-Sommerfeld.

Le calcul ne peut être fait qu'avec une certaine approximation. On obtient alors pour le terme variable des séries une expression de la forme :

$$N.\frac{1}{\left[n_1 + n_2 + a + \frac{b}{(n_1 + n_2)^2}\right]^2};$$

soit exactement la formule de Ritz. Dans les expressions de a et de b, il entre encore une constante inconnue, et on peut la déterminer non seulement de façon que la constante p de la série principale ait la valeur expérimentale — 0,048, mais encore de façon que l'on obtienne pour les constantes de la première série secondaire et de la série de Bergmann des nombres qui concordent avec les valeurs expérimentales dans les limites de précision du calcul :

1re *s. s.*	+ 0,0006	+ 0,002
s. B.	+ 0,011	+ 0,013 .

Pierre Weiss (Zurich). — *Grand électro-aimant de laboratoire* (présenté par M. A. Piccard).

Ce grand électro-aimant est du dernier modèle, réalisé par les Ateliers de construction d'Oerlikon. Le circuit magnétique est analogue à celui des appareils précédemment décrits. Le diamètre des noyaux est de 19,5 cm. L'entrefer est réglable par un mouvement à vis, les noyaux sont percés pour permettre le montage de certaines expériences magnétiques et magnéto-optiques.

Le caractère saillant de cet appareil est le bobinage par tubes. Chacune des deux bobines est formée de cinq sections de 144 tours

d'un tube de cuivre de 6,4 millimètres de diamètre extérieur et de 3,6 millimètres de diamètre intérieur. Tandis que la paroi de cuivre reçoit le courant d'excitation, l'eau de réfrigération circule à l'intérieur du tube. Mais ces deux circulations sont disposées d'une manière essentiellement différente en ce que les dix sections sont en série pour le courant électrique et en dérivation pour le courant d'eau. On arrive ainsi à faire passer une quantité d'eau suffisante tout en donnant à la résistance électrique une valeur en rapport avec les installations habituelles des laboratoires.

L'appareil est destiné à fonctionner normalement avec 100 ampères, c'est-à-dire 144 000 ampères-tours. Il donne alors dans l'entrefer de 45 mm, employé dans les expériences qui vont être décrites par M. A. Piccard, un champ de 15 000 g. On pourrait pousser davantage l'excitation si cela était utile.

Les expériences en cours ont montré une fois de plus le très grand avantage du bobinage tubulaire. L'établissement du régime ne dure que le temps nécessaire pour que l'eau contenue dans l'appareil ait été renouvelée depuis le moment de la fermeture du courant. Les variations du courant d'excitation et du champ ne dépendent plus alors que de causes extérieures à l'appareil : la décharge des accumulateurs vu l'échauffement des résistances de réglage, et la température de l'entrefer sont d'une constance parfaite.

Karl Beck. (Zurich). — *L'énergie d'aimantation des cristaux de fer.*

Si H est un champ magnétique, σ le moment magnétique par gramme d'un corps aimantable, le potentiel par gramme est d'après M. P. Weiss :

$$P = -\int (\sigma_x dH_x + \sigma_y dH_y + \sigma_z dH_z) = -(H_x\sigma_x + H_y\sigma_y + H_z\sigma_z) +$$
$$+ \int (H_x d\sigma_x + H_y d\sigma_y + H_z d\sigma_z) = \Theta + \Pi .$$

L'expression entre parenthèse Θ est le potentiel de position : l'intégrale Π, l'énergie d'aimantation.

Des mesures ont montré que dans l'aimantation à saturation ($\sigma = \sigma_{max}$), Π est infini dans toutes les directions pour les cristaux de fer, mais qu'il présente suivant différentes directions des différences finies et bien déterminées. Si l'on fait passer un système de coordonnées par les directions des trois axes d'un cristal de fer (système régulier), et si ϑ est l'angle d'un vecteur avec la partie positive de l'axe des z, η l'angle de la projection de ce vecteur sur le plan des $+xy$ avec l'axe $+x$, compté dans la direction

de l'axe $+ y$, la différence $\Delta\Pi$ du potentiel Π pour cette direction et la direction d'un axe quaternaire est représentée d'une façon satisfaisante par l'expression :

$$\Delta\Pi + A\,(\sin^2 2\theta + \sin^4\theta \,.\, \sin^2 2\eta \,.$$

On a trouvé 13 000 ergs comme valeur moyenne de A.

A. Piccard (Zurich). — a) *Méthode de mesure pour la détermination de l'aimantation en fonction de la température et du champ.*

La méthode décrite repose sur le principe de l'induction. Elle diffère des méthodes usuelles par le fait que deux bobines d'induction identiques, placées coaxialement dans l'entrefer d'un grand électro-aimant sont reliées *en opposition* avec un galvanomètre balistique de telle façon que les variations de flux de l'électro-aimant traversant les deux bobines n'aient, par compensation, pas d'action sur le galvanomètre. La substance que l'on veut étudier est mobile le long de l'axe des bobines. Pour chaque lecture on la déplace de l'intérieur de l'une des bobines. Pour chaque lecture on la déplace de l'intérieur de l'une des bobines dans l'autre ce qui fait que le flux traversant la première des bobines diminue tandis qu'il augmente dans la seconde. Ces deux variations de flux s'additionnent dans leur effet sur le galvanomètre. On peut, en donnant un nombre de tours suffisant aux bobines d'induction, arriver à une grande sensibilité, sans être dérangé par les petites variations accidentelles mais inévitables du champ de l'électro-aimant, qui limitent la sensibilité des dispositions ordinaires.

Les températures élevées sont produites par un petit tour électrique non magnétique se mouvant avec la substance à travers les bobines. Pour éviter une influence sur la température du tour par le mouvement, par la ventilation et par le souffle magnétique et aussi pour éviter un échauffement des bobines d'induction par le tour, on a muni celui-ci d'une réfrigération par un courant d'eau l'entourant complètement.

Suivant l'aimantation de la substance on fait varier la sensibilité du galvanomètre. Toutes ces sensibilités sont comparées entre elles par l'effet d'une induction mutuelle, dont le courant primaire est mesuré au potentiomètre. L'étalonnement se fait par une sphère de nickel aimantée à saturation à la température ordinaire.

b) *Origine de l'Actinium.*

Une publication détaillée sur ce sujet venant de paraître dans

les *Archives* ([1]), il suffira de dire ici que l'auteur émet une hypothèse, d'après laquelle la famille de l'actinium ne dérive pas du même corps (Uranium, U_I) que la famille du radium mais d'un corps isotrope de U_I d'un poids atomique plus élevé. Pour ce corps l'auteur propose le nom *Actinuranium* (AcU).

M. Wolfke (Zurich). — a) *Sur un nouveau rayonnement secondaire des rayons canaux.*

Jusqu'à présent, on ne connaissait que deux rayonnements secondaires des rayons canaux : le rayonnement lent d'électrons ([2]) et le rayonnement Röntgen très mou découvert récemment par J.-J. Thomson ([3]) et qui est probablement le rayonnement de freinage des ions canaux. Cependant, il y a quelques années, Chadwick ([4]) et Russel ([5]) ont montré que les rayons α pouvaient provoquer le rayonnement γ caractéristique des éléments lourds. Jusqu'à présent on ne savait pas si les rayons canaux possédaient aussi cette faculté et pouvaient engendrer un rayonnement secondaire pénétrant. Cette question, d'un grand intérêt théorique, a été mise à l'étude par l'auteur. Le principe de la méthode est analogue à celui utilisé par Chadwick ([6]).

Un large faisceau de rayons canaux (diamètre : 10 mm) tombe derrière le canal sur une cassette de laiton avec ouverture circulaire. Cette ouveture est partagée en deux moitiés recouvertes avec une feuille de métal lourd, par exemple étain ou plomb, et une feuille de métal léger, par exemple aluminium. Sur l'une des moitiés, c'est la feuille lourde qui est en avant, tandis que c'est la feuille légère qui l'est sur l'autre. Derrière les feuilles se trouve une plaque photographique Röntgen, sans que la couche de gélatine soit en contact avec elles. Ainsi le faisceau rencontre le métal lourd sur l'une des moitiés et l'aluminium sur l'autre moitié de l'ouverture. Le rayonnement caractéristique du métal lourd est plus intense et plus dur que celui de l'aluminium et parvient à la plaque très peu affaibli. Par contre, le rayonnement facilement absorbable de l'aluminium sera absorbé par le métal lourd. *Si*

[1]) A. Piccard. L'hypothèse de l'existence d'un troisième corps simple radioactif dans la pléiade uranium. *Archives*, sept. 1917.

[2]) J.-J. Thomson, *Proc. of Cambr. Phil. Soc. 13.* 212. 1905. Ch. Füchtbauer, *Phys. Zs.* 7. 153. 1906. L.-W. Austin, *Phys. Rev. 22.* 312. 1906.

[3]) J.-J. Thompson, *Phil. Mag.* (6). *28.* 620. 1914.

[4]) J. Chadwick, *Phil. Mag.* (6). *24.* 594. 1912. *25.* 193. 1913.

[5]) J. Chadwick u. A. S. Russell, *Proc. Roy. Soc.* (A) *88.* 217. 1913. A. S. Russell u. J. Chadwick, *Phil. Mag.* (6). *27.* 112. 1914.

[6]) J. Chadwich, *Phil. Mag.* (6). *25.* 193. 1913.

donc les rayons canaux produisent le rayonnement Röntgen caractéristique du métal lourd, le noircissement de la plaque devra être plus fort du côté où ils rencontrent le métal lourd.

Le contraste sera d'autant plus marqué que le rayonnement caractéristique sera plus intense. L'auteur a étudié l'*étain* et le *plomb*. Les feuilles avaient les épaisseurs suivantes : *Sn :* 0,016 mm ; *Pb :* 0,028 mm ; *Al :* 0,007 mm. L'expérience a montré que *les deux métaux émettant sous l'action des rayons canaux un rayonnement assez intense et pénétrant, qui constitue selon toute probabilité leur rayonnement Röntgen caractéristique.*

L'*étain* a donné sur toutes les photographies de forts contrastes, c'est-à-dire un fort noircissement du côté où les rayons canaux rencontrent la feuille d'étain et un faible noircissement de l'autre, ce qui concorde avec l'effet prévu. (Voir la figure 1 ci-contre obtenue avec une machine à influence et 22 m. d'exposition, 25-30 mm de trajet d'étincelle entre sphères de 15,5 mm de rayon et une pression de 0,0037 mm d'Hg).

Fig. 1

Avec des feuilles de *plomb* et de faibles potentiels de décharge, on n'a obtenu qu'un léger noircissement égal des deux côtés. Seule une photographie faite avec une décharge de 44 mm d'étincelle présentait un contraste bien marqué dans le noircissement des deux moitiés. La partie la plus noire se trouvait sur la moitié où les rayons canaux rencontraient la feuille de plomb, et seulement dans le voisinage du point où le maximum d'intensité devait être. Cette photographie fait croire qu'il existe ici aussi un « seuil » pour l'énergie nécessaire à l'excitation, comme cela a été observé avec le tube Coolidge. Si l'on suppose que le seuil correspond à la condition des quanta d'Einstein, on trouve d'après la grandeur des potentiels employés que celle-ci ne peut suffire pour produire la série K des deux éléments, ce qui ferait penser qu'on se trouve en présence de rayons appartenant à la série L.

L'auteur se propose d'étudier les longueurs d'onde et les propriétés de ce nouveau rayonnement, et d'en référer sous peu.

b) *Nouvelle lampe de quarz.*

Les lampes de quarz utilisées jusqu'ici dans les laboratoires possèdent un tube légèrement incliné sur l'horizontale, ce qui est incommode car la plupart des expériences d'optique sont exécutées avec une fente verticale, de sorte qu'il n'est pas possible d'utiliser convenablement l'intensité lumineuse entière de la lampe. Le second inconvénient réside dans le fait que le refroidissement est obtenu par des ondulations métalliques établies une fois pour

toutes ; il en résulte que la lampe ne marche tranquillement que sous une certaine charge.

Pour obvier à ces inconvénients, l'auteur à construit la lampe représentée par la fig. 2. Elle possède un tube lumineux vertical *a*, ayant ici une forme circulaire ; cette dernière pourrait être autre, par exemple celle d'un U renversé : ∩. Le réglage automatique du niveau mercuriel pendant la marche n'a pas lieu comme d'habitude avec un capillaire ou un cône. Les récipients-électrodes sont fondus ensemble, ce qui rend possible un échange complet de chaleur entre cathode et anode et permet d'obtenir un réglage automatique des niveaux (D.R.P. demandé).

Fig. 2

Des recherches antérieures avec une lampe au cadmium (E.T.Z. (33), 917, 1912) ont montré à l'auteur qu'une lampe à vapeurs métalliques sans capillaire fonctionne d'une façon plus stable et est moins sensible aux variations de tension.

La lampe est pourvue d'un refroidissement à eau où les récipients-électrodes plongent dans un petit bassin métallique à travers lequel on peut faire passer un courant d'eau. Selon le refroidissement, la lampe brûle avec des intensités variant de 2 à 10 ampères et avec des tensions de 25 à 250 volts. L'intensité lumineuse maximum est d'environ 5000 H.K. (mesurée avec un photomètre sphérique de 3 m de diamètre).

Cette lampe a été construite aussi pour l'éclairage avec un allumage automatique à bascule. Son intensité était d'environ 3000 H.K. sous 220 volts et 2,7 ampères, ce qui correspond à une énergie d'environ 0,2 watts par H.K. La résistance en circuit était de 13 ohms.

La lampe est montrée à l'assemblée.

J. Brentano (Zurich). — *Recherches spectrales sur les rayons Röntgen.*

Les belles recherches de Beatty [1] ont conduit à considérer que le rayonnement caractéristique de l'anticathode était produit, en majeure partie, directement par les rayons cathodiques, et non par fluorescence. De nouvelles recherches font croire par contre à un phénomène de fluorescence exclusivement ; ces recherches peuvent toutefois être mises en harmonie avec les premières à l'aide d'hypothèses particulières sur le mode d'émission, comme

[1]) *Proc. Roy. Soc.* LXXXVII p. 311, 1912.

cela a été fait par Webster [1], ou bien par une autre interprétation des résultats de Beatty, en faisant appel à des phénomènes d'absorption sélective.

Les expériences de l'auteur sur cette question, partent du point de vue que seule une couche de l'espace où pénètrent les rayons cathodiques dans la production directe du rayonnement caractéristique prend part au phénomène d'émission, tandis que lorsqu'il s'agit de fluorescence proprement dite, des couches beaucoup plus profondes entrent en jeu. L'émission de rayonnement caractéristique qui a lieu dans une couche mince sera alors différente selon que celle qui est produite dans les couches profondes par transformation du rayonnement de freinage est capable d'agir sur le rayonnement de la couche superficielle ou non.

Les deux anticathodes étaient composées de couches de molybdène sur argent et sur cuivre. Le rayonnement caractéristique de la première anticathode pouvait exciter celui du molybdène, celui de la seconde pas. Elles étaient montées sur une plaque et pouvaient être substituées l'une à l'autre sans ouvrir le tube. Pour maintenir constant l'état du tube, on avait établi un dispositif spécial où le tube était, d'une part, en relation par un capillaire avec une chambre à vide. Les rayonnements (domaine K) étaient étudiés photographiquement, en partie par l'analyse cristalline, en partie par comparaison de la marche de l'absorption dans des couches de forme prismatique de molybdène et de brome, le molybdène possédant une perméabilité sélective élevée pour son rayonnement.

Les résultats sont en faveur d'une production directe, par les rayons cathodiques, du rayonnement caractéristique partant de la couche mince. Il n'est pas possible par suite de la difficulté de se procurer actuellement les métaux lourds, d'étendre ces recherches à ceux-ci, où les causes d'erreur par impureté peuvent être évitées avec une grande certitude.

A. Hagenbach et E. Frey (Bâle). — *Recherches spectroscopiques sur la décharge annulaire sans électrode produite par des oscillations électriques.*

On est parvenu à produire la décharge électrique annulaire sans électrode dans des sphères de verre et de quartz, et, en partie, dans des tubes entourés, de 40 cm de longueur sur 1,5 cm d'épaisseur, et à fenêtre horizontale, au sein des substances suivantes : air, azote, oxygène, hydrogène, gaz d'éclairage, acide carbonique, hydrogène carburé, iode, soufre, sélénium, tellur,

[1]) *Phys. Rev.* VII p. 599, 1916.

phosphore, mercure, zinc et cadmium. A cet effet, on se servait d'un inducteur Klingelfuss de 75 cm avec deux groupes de trois bouteilles de Leyde en série d'une capacité totale de 2790 cm et un éclateur en zinc de 10 à 15 mm de longueur d'étincelle. La source était constituée par du continu à 220 volts avec un courant maximum de 10 ampères et un interrupteur mécanique.

Les tubes étaient entourés équatorialement de 2 à 20 spires et étaient en communication avec une pompe à mercure de Gaede.

Pour toutes les substances, la décharge était photographiée au spectroscope dans la partie visible avec un prisme à forte dispersion. Les substances ayant des points d'ébullition très élevés devaient être chauffées d'une façon appropriée. Les spectophotogrammes donnent quelques résultats inattendus. La prédominance observée généralement du mercure provenant de la pompe avait pu être évitée par un fort séchage au $P_2 O_5$. Le mercure apparaît toujours lorsqu'il y a de l'hydrogène, que celui-ci ait été introduit directement ou bien qu'il provienne de la dissociation de la vapeur d'eau ou de l'hydrogène carburé. Le séchage était donc efficace pour tous les éléments à l'exception de l'hydrogène, et pour les combinaisons ne contenant pas d'hydrogène.

L'azote pur donne un spectre de bande ; mais pour une pression relativement haute, à côté du mercure (non séché) le spectre de lignes ; le gaz d'éclairage donne le spectre Swan ; le soufre, le sélénium, le tellur, ont, à côté d'un spectre de lignes, aussi un spectre de bandes ; le phosphore donne un spectre de lignes intense, l'acide carbonique le spectre de l'oxyde de carbone ; le mercure, le zinc et le cadmium [1] ont des spectres très riches en lignes, mais possèdent aussi des bandes. L'iode donne à côté de quelques lignes un fond continu dissocié partiellement en bande. Tous les spectres varient selon l'excitation, la température et la pression.

Toute la méthode promet d'être très riche en résultats spectroscopiques.

Des spectrophotogrammes ainsi que la décharge annulaire sont montrés en séance.

En outre, on a pu mettre en évidence la *phosphorescence*, qui se produit dans l'air et dans l'azote à une pression convenable après l'interruption de la décharge annulaire. Dans les conditions les plus favorables, elle est visible pendant plusieurs minutes. Le spectre se compose, dans l'air aussi bien que dans l'azote, de six bandes dont les trois plus fortes ont pu être mesurées.

Edgar Meyer (Zurich). — a) *L'expérience de Wilson à une température inférieure à* 0°.

[1]) J. de Kowalski, *C. R.* **158**, 785, 1914 et *Phys. Ztschr.* **15**, 249, 1914.

On trouvera cette communication dans les *Mitteilungen der Physikalischen Gesellschaft Zurich*, livraison n° 18 *(Kleiner-Heft)*, p. 117, 1916.

L'expérience a été faite devant la Société.

b) *Sur la formation des rayons cathodiques* (en collaboration avec M. Hermann Schüler).

Si l'on interpose dans l'espace obscur d'un tube de Crooke un corps imperméable aux rayons cathodiques, celui-ci produit une ombre aussi bien du côté de la cathode que du côté opposé. Cette expérience a été faite par Schuster ([1]), Villard ([2]) et Wehnelt ([3]) et a conduit à la conclusion que dans une cathode, les rayons cathodiques sont émis seulement aux endroits rencontrés par les rayons canaux. Si donc on fait agir en même temps sur la décharge un champ magnétique homogène dont la direction est perpendiculaire à celle du champ électrique à la cathode, on obtient sur un écran fluorescent qui se trouve à la limite de l'espace obscur, *deux* ombres. Ces deux ombres concordent avec les considérations théoriques des auteurs précités, comme des recherches quantitatives l'ont prouvé. La description complète de l'expérience sera faite ailleurs.

H. Greinacher (Zurich). — a) *Recherches sur des cellules de sélénium avec du courant alternatif* (en collaboration avec M. H.-A. Kræhenbühl).

L'auteur a décrit précédemment ([4]) deux effets caractéristiques obtenus avec du courant alternatif sur des cellules de sélénium. Le premier effet est le suivant : si l'on envoie un courant continu à travers une cellule et qu'on y superpose un courant alternatif, le courant continu est renforcé. Tout se passe donc comme si la résistance au courant continu était abaissée par le passage du courant alternatif. Cet effet a une ressemblance frappante avec celui que l'on observe lorsqu'on soumet la cellule à des radiations lumineuses. Le second effet a été désigné sous le nom de « redressement anormal ». Si l'on envoie un courant alternatif (par exemple sinusoïdal) à travers une cellule ordinaire, on n'obtient aucun redressement. Si, par contre, on déforme le courant, — et alors même que la moyenne galvanométrique de la tension alternative

[1]) A. Schuster, *Proc. Roy. Soc. London* 47, 526, 1890, et p. 557.

[2]) P. Villard, *Journal de Physique* (3) *8*, 5, 1899.

[3]) A. Wehnelt, *Wied. Ann. 67*, 421, 1899.

[4]) H. Greinacher, *Verhandl. d. Deutsch. Phys. Ges.* 18, 117, 1916 et H. Greinacher et C.-W. Miller, *ibid.* 18, 283, 1916 ; H. Greinacher, *ibid.* 19, 51, 1917.

est nulle, — il se produit une composante continue dont la direction change lorsqu'on commute le courant alternatif.

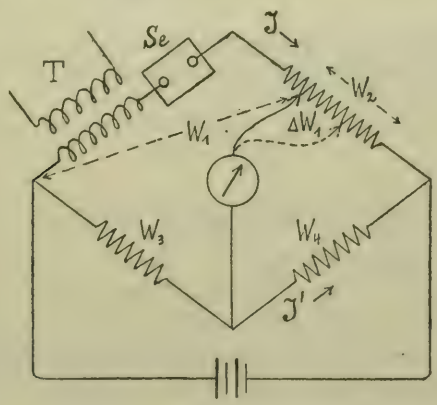
Les recherches de l'auteur ont pour but de donner une explication de ces phénomènes. Elles ont conduit à l'hypothèse que les deux effets sont produits par l'« effet de tension » connu des cellules de sélénium. Qualitativement, on voit tout de suite que les deux effets doivent se produire si la résistance d'une cellule dépend de la tension continue appliquée. Comme on a constaté que cette dépendance s'exprimait par la relation :

$$W_p = W_o (1 - KP) , \tag{1}$$

on a essayé d'utiliser celle-ci pour étudier quantitativement le premier effet. W_p est la résistance de la cellule pour une tension de P volts, W_0 la résistance sans courant ; R est le coefficient de tension électrique. Ce calcul a été fait pour le pont de Wheatstone. Le pont a d'abord été équilibré avec du continu (fig.), c'est-à-dire que l'on avait fait :

$$W_1 W_4 = W_2 W_3 .$$

Ensuite, on envoyait, à l'aide du transformateur T, du courant alternatif à travers la cellule, ce qui renforçait le continu. Pour rétablir l'équilibre, il fallait faire croître W_1 de ΔW_1. Pour que la tension P reste invariable (calcul le plus simple), on diminuait en même temps W_2 de ΔW_1.



On peut calculer quelle grandeur doit avoir ΔW_1 pour qu'à P s'ajoute la tension effective V. Nous supposerons du sinusoïdal ($V_0 \sin \omega t$) et que $V_0 < P$ à cause de la validité de (1). Soit i la composante continue qui traverse la cellule. Par suite de l'effet en question, il se produit une tension $W_p i$ aux bornes de la cellule,

c'est-à-dire la cellule agit comme un élément galvanique de *f. e. m.* $W_p i$. On a donc :

$$(2) \qquad \begin{cases} -W_p i + (W_1 + \Delta W_1) I = W_3 I' \\ (W_2 - \Delta W_1) I = W_4 I' \end{cases}$$

d'où

$$(3) \qquad \Delta W_1 = \frac{W_4 W_p}{W_3 + W_4} \cdot \frac{i}{I}$$

I se compose du continu primitif et de la composante continue additionnelle. On a donc :

$$(4) \qquad \Delta W_1 = \frac{W_4 W_p}{W_3 + W_4} \frac{i}{\frac{P}{W_p} + i}$$

Pour calculer i, on remarque qu'il est la moyenne par période de

$$(5) \qquad \frac{P + V_0 \sin \omega t}{W_0 [1 - K (P + V_0 \sin \omega t)]} - \frac{P}{W_0 (1 - KP)}$$

On trouve :

$$(6) \qquad i = \frac{1}{K W_p} \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{K V_0}{1 - KP} \right)^2}} - 1 \right)$$

ou bien, en tenant compte de ce que $2V^2 = V_0^2$ et que K est petit par rapport à 1 (ordre de grandeur : 10^{-2}) :

$$(7) \qquad i = \frac{K V^2}{W_p (1 - KP)^2} .$$

La formule (4) devient, en remplaçant par (7) :

$$(8) \qquad \Delta W_1 = \frac{W_4 W_p}{W_2 + W_4} \frac{K V^2}{P (1 - KP)^2 + K V^2} .$$

Selon cette formule, ΔW_1 devrait être d'autant plus grand que K et W_p sont plus grands et que P est plus petit. De plus, ΔW_1 est indépendant de la période et reste invariable si $W_3 : W_4$ est constant ; il est à peu près proportionnel au carré de la tension V.

Toutes ces conséquences ont été confirmées par l'expérience. Tout porte à croire que le premier effet avec le courant alternatif est un effet redresseur, mais avec la particularité de ne se produire que si un courant continu traverse déjà la cellule.

b) *Batterie à haute tension.*

L'auteur présente une batterie qui permet d'obtenir avec du courant alternatif une tension constante de 6000 volts. Pour le montage et les détails, voir *Phys. Zeitschr.*, 17, 343, 1916.

K.-W. Meissner (Zurich). — *Sur les régularités présentées par le spectre du néon.*

Il y a un an [1], l'auteur a examiné les régularités présentées par le spectre du néon et a effectué des mesures précises de longueurs d'onde [2] à l'aide d'un interferomètre ; il a pu constater la constance exacte des différences de longueurs d'onde dans les triplets et quadruplets. Comme tous les éléments de ces systèmes n'avaient pas été mesurés à l'interferomètre, il n'avait pas été possible de procéder à un examen *complet* de la constance des différences. Entre temps, les appareils pour la mesure précise des longueurs d'onde étaient achevés dans les ateliers de l'Institut de Physique de l'Université, ce qui permit alors de vérifier la constance exacte de toutes les différences de longueurs d'ondes. Le premier élément des quadruplets, qui avait été primitivement évalué à 8082,453 U.A., a pu être mesuré sur des plaques sensibles et fixé à 8082,450 U.A. On a pu montrer que le spectre du néon possède encore 20 lignes environ dans l'intervalle de 7900-9000 U.A. La détermination exacte de ces lignes sera achevée sous peu, de sorte qu'il n'y a pas lieu de donner ici les nombres trouvés provisoirement.

Avec ces systèmes de triplets et de quadruplets, les régularités présentées par le spectre du néon ne sont nullement épuisées ; des calculs faits par l'auteur montrent qu'il existe aussi des séries dans ce spectre. Ce sera l'objet d'une publication ultérieure.

Les résumés des communications de MM. Gockel, Ratnowski et H.-F. Tank ne nous ont pas été fournies. La communication de M. Korda a paru dans la section de Géophysique [3].

[1]) K.-W. Meissner, *Phys. Zeitschr. XVII,* p. 549, 1916.
[2]) K.-W. Meissner, *Ann. d. Phys. 51*, p. 115, 1916.
[3]) *Archives,* 1917, t. XLIV, p. 369.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

Séance du 1er novembre 1917

J. Carl. La répartition des Ecrevisses en Suisse. — Albert Brun et Emile Yung. Analyse du Plankton mixte récolté en avril-juillet 1917 dans le petit lac.

Dr J. Carl. — *La répartition des Ecrevisses en Suisse.*

Depuis l'étude de Lereboulet (1) sur les Ecrevisses des environs de Strasbourg, on était fixé sur la valeur spécifique des trois formes d'Ecrevisse qu'on rencontre dans l'Europe centrale. Plus tard, Klunzinger (2) résuma nos connaissances relatives à leur morphologie et à leur biologie et donna de bonnes diagnoses de l'*Astacus torrentium* Schrk., *A. pallipes* Lereb. et *A. fluviatilis* (Rond.) L., en posant en même temps une base pour la synonymie, qui fut complétée par Faxon (3) et tout récemment encore par G. Entz (4). Ce dernier découvrit plusieurs caractères spécifiques nouveaux, et nous-même, dans une étude plus étendue, insisterons sur quelques détails morphologiques particuliers à chacune des trois espèces, détails qui avaient passé inaperçus jusqu'à présent. Malgré cet état avancé de nos connaissances taxonomiques, l'idée qu'il ne s'agisse que de variétés œcologiques de la même espèce est encore très répandue, non seulement parmi les pêcheurs, mais aussi dans le milieu des hydrobiologistes. La conséquence en est le manque de précision dans la désignation des espèces et l'emploi très fréquent de noms vulgaires, tels que « Ecrevisse des rivières », « Flusskrebs », etc. Dans d'autre cas, où l'es-

1) *Mem. Soc. Sc. nat. Strasbourg,* t. V, 11 p., pl. 1-3. 1858.

2) *Jahresh. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg.* 38. Jahrg. 1882.

3) *Mem. Mus. comp. Zoology at Harward College,* vol. X. No. 4, pl. 1-10. 1885.

4) *Mathem. u. naturwiss. Ber. aus Ungarn.* Vol. XXX. 1915.

pèce est désignée d'une façon plus précise, on a des raisons de douter de la détermination, vu que le caractère de l'habitat ne correspond pas aux exigences biologiques de l'espèce qu'on y signale.

Dans ces conditions, il aurait été difficile et dangereux même de vouloir établir la répartition des Ecrevisses en Suisse uniquement d'après les données qu'on trouve dans la littérature. La seule note générale digne de confiance sur ce sujet est contenue dans un ouvrage populaire posthume de Asper (1). Elle est due à M. le prof. Th. Studer et constate que les trois espèces se trouvent aux environs de Lucerne ; « à l'occident de cette localité on rencontre l'*Astacus pallipes*, à l'orient l'Ecrevisse à pieds blancs *(A. torrentium)* ». Pour *Astacus fluviatilis*, l'auteur indique comme habitat « les étangs et lacs à eau profonde (Rothsee, Lobsigensee, Moosseedorfsee, etc.) ». Ces indications méritaient d'être complétées et précisées par une recherche plus détaillée. D'autre part, la Société Suisse de Pêche et Pisciculture a fait publier les résultats d'une enquête sur l'habitat des Ecrevisses en Suisse entreprise par elle dans les années 1906-10. Cette publication (2) ne concerne que l'*Astacus fluviatilis* qui, au dire des pêcheurs, habiterait, entre autres, de nombreux ruisseaux des cantons de Vaud et de St-Gall. Ces indications étaient de nature à éveiller la méfiance envers tout le résultat de l'enquête en question ; elles nous engagèrent à le soumettre à un contrôle rigoureux, basé sur l'étude de matériaux provenant de nombreuses eaux de tout le pays. Avec l'aide de collègues naturalistes, de pêcheurs et de gardes-pêche (3) nous avons réussi à nous procurer un grand nombre d'échantillons d'Ecrevisses vivantes. En considérant en même temps les rapports qui affirment l'absence des Ecrevisses dans certaines eaux, nous nous croyons autorisé à formuler au sujet de la répartition des trois espèces les conclusions suivantes :

Les eaux des Alpes ne possèdent point d'Ecrevisses, à l'exception de la Vallée du Rhône moyenne (Valais) et des vallées du Rhin antérieur et postérieur (Grisons). Les Préalpes en sont tout à fait dépourvues, si l'on fait abstraction d'une localité où il y a eu indubitablement introduction artificielle (Lac de Seelisberg). L'aire naturelle de la distribution de nos Ecrevisses comprend donc essentiellement le Jura et le Plateau Suisse. Les trois espèces se partagent cette aire de la façon suivante :

1. *Astacus pallipes* habite les vallées longitudinales du Jura

(1) Asper G. *Les Poissons de la Suisse et la Pisciculture.* Ed. française. Lausanne, 1891. p. 183.

(2) *Schweiz. Fischerei-Zeitung,* 1910, p. 232, 233.

(3) La liste de nos collaborateurs sera publiée ailleurs.

vaudois, neuchâtelois, soleurois, bâlois et l'Argovie au nord de l'Aar. La collection de M. le prof. Studer contient des exemplaires de Schaffhouse, capturés vers 1890 ; nous n'en avons point reçu de ce canton. En outre *A. pallipes* habite les ruisseaux et petites rivières du plateau occidental, depuis le Léman entre Genève et Lausanne jusqu'à la frontière ouest des cantons d'Argovie et de Lucerne (Roth et Langeten), sans entrer nulle part dans les Préalpes vaudoises et fribourgeoises (caractère torrentiel des eaux courantes). Plus au sud, son aire s'avancerait en pointe jusqu'à Lucerne (Studer 1891)(1). L'aire occidentale de *A. pallipes* en Suisse s'étend donc suivant la direction SW.-NE. depuis le Léman jusqu'au Rhin et à la Wigger, des deux côtés d'un axe formé par l'Orbe, la Thielle et l'Aar. La petite aire du Valais central se rattachait autrefois par le Bas-Valais à l'aire occidentale, de même que celle du Tessin méridional est en continuité avec l'aire générale de cette espèce dans le sud de l'Europe. Par contre, la petite aire de *A. pallipes* dans les Grisons (ruisseaux près de Disentis, Ilanz, Zillis, dans le Domleschg et dans le Prättigau)(2) est absolument disjointe. Comme la plupart des disjonctions, on peut l'expliquer de deux façons : 1° par un transport accidentel, 2° par une ancienne répartition beaucoup plus vaste qui aurait établi la continuité avec l'aire occidentale par le Plateau suisse, ou avec l'aire du Tessin méridional par les cols de montagnes et les eaux du Tessin septentrional. L'une et l'autre de ces deux explications se heurtent à certaines objections.

2. *Astacus torrentium* habite dans la partie centrale et le nord-est du Plateau suisse une aire comprise entre le lac de Constance, St-Gall, Rapperswil, Schwytz, lac de Zoug et Sursee. Vers le NW. elle s'avance jusque dans le canton de Schaffhouse. Cet habitat forme la continuation naturelle de l'aire générale de cette espèce, qui s'étend sur le sud de l'Allemagne et sur une grande partie de l'Autriche-Hongrie.

3. *Astacus fluviatilis*. Sa distribution sur notre territoire est extrêmement capricieuse. Ses habitats étant dispersés un peu sur tout le plateau, on serait porté à croire que l'Ecrevisse à pattes rouges ne soit pas un élément autochthone de notre faune, mais doive sa présence dans nos eaux uniquement à l'introduction artificielle. En effet, certains bassins lacustres dans lesquels on la trouve ont un écoulement torrentiel, qui forme des cascades inter-

(1) Nous n'avons pas encore reçu des *A. pallipes* de cette région ; peut-être l'espèce y est elle disparue.

(2) Des Ecrevisses ont été signalées dans ces localités déjà en 1780 (*Der Sammler*, Jahrg. II, p. 227) ; mais nous sommes le premier à démontrer que l'Ecrevisse des Grisons est l'*A. pallipes*.

disant à notre Crustacée l'accès au lac par ses moyens de migration naturels (lac de Seelisberg et lac de Brêt). D'autres petits lacs (Gerzense, Lobsigensee, Amsoldingersee, Inkwylersee, etc.) ont fait partie ou font actuellement encore partie de domaines seigneuriaux ; nul doute que l'*Astacus fluviatilis* y a été mis en raison de sa valeur culinaire qui est de beaucoup supérieure à celle des deux autres espèces. La même hypothèse s'applique à certains ruisseaux qui le possèdent encore et dont les rapports géographiques ou historiques avec d'anciens châteaux ou couvents sont évidents, par exemple les ruisseaux près de Kefikon (Thurgovie), St-Urban (Lucerne), etc. Malgré ce rôle manifeste de la dissémination accidentelle, nous croyons pouvoir encore discerner l'*aire naturelle* de l'*A. fluviatilis* en Suisse, à condition cependant de nous reporter de 40 ans en arrière, à l'époque où la peste des Ecrevisses et les eaux industrielles n'avaient pas encore causé sa disparition dans un assez grand nombre de rivières et de lacs. Autrefois fréquente dans la basse Aar, la Limmat et le lac de Zurich, comme dans le Rhin et le lac de Constance, la Wigger, etc., cette espèce n'est plus, actuellement, vraiment fréquente que dans le lac de Sempach et son émissaire, la Sur, qui d'ailleurs étaient réputés déjà au 18e siècle pour leur grande richesse en Ecrevisses. Mais le fait qu'on le pêcherait encore une fois ou l'autre dans le lac de Zoug, d'Aegeri, le Lautikerried et les lacs de Zurich et de Neuchâtel, sa présence certaine dans le Mauensee et le Soppensee (Lucerne), l'Egelsee (Argovie), le Wielersee (Zoug), le Bichelsee et la Murg près de Frauenfeld, indiquent qu'elle est entrée dans nos eaux par l'Aar et par le Rhin et qu'elle a trouvé un refuge dans quelques bassins lacustres du plateau central, ainsi que dans le cours supérieur de quelques rivières ou ruisseaux. Par leur cours droit et court et par leur convergence vers le NW, les eaux que nous venons d'indiquer donnent à la partie centrale du plateau suisse un caractère hydrologique particulier. C'est là, entre le cours inférieur de l'Aar et la Thur que nous croyons devoir situer l'aire autochthone de l'*Astacus fluviatilis*. Vers l'ouest, cette aire s'étend jusqu'à la rencontre de celle de *A. pallipes ;* vers l'est elle se superpose à celle de *A. torrentium*. La limite réciproque des aires de *A. pallipes* et de *A. fluviatilis*, sur la frontière orientale du canton de Berne, est tout d'abord remarquable parce qu'elle coincide avec une limite orographique, marquée par un changement dans la direction des chaînons de la molasse. Un peu plus au sud, la porte que forment les vallées des deux Emmes aurait permis à *A. pallipes* de s'avancer vers l'Est jusqu'à Lucerne. D'autre part cette limite zoogéographique coincide d'une façon très exacte avec la limite des glaciers quaternaires : l'aire de *A. pallipes* correspond aux territoires jadis

occupés par le glacier du Rhône et l'aire autochthone de l'*A. fluviatilis* comprend sur le plateau le territoire des glaciers de la Reuss et de la Limmat. Ces deux derniers ont créé par leur recul saccadé un relief particulier, caractérisé par de nombreuses moraines frontales et des lacs de barrage. Les moraines ont fourni les matériaux d'épaisses nappes d'alluvions qui comblent le fond des vallées et dans lesquelles les eaux ont creusé des lits réguliers et profonds, à bords surplombants ; les lacs de barrage règlent le régime de ces eaux et leur donnent le caractère de petites rivières. Ces conditions nous semblent correspondre tout particulièrement aux exigences biologiques de l'*A. fluviatilis*, tandis que le cours tortueux des eaux du territoire de l'ancien glacier du Rhône et leur fond vaseux répondent aux particularités biologiques de l'*A. pallipes*. Quant à l'*A. torrentium*, son aire appartient essentiellement au territoire du glacier du Rhin dont le caractère hydrologique rappelle plutôt celui du glacier du Rhône que celui des glaciers de la Reuss et de la Limmat. A juger par leur répartition générale, l'*A. pallipes* serait arrivé dans nos eaux depuis le S., le SW. et l'W., l'*A. fluviatilis* depuis le nord et l'*A. torrentium* depuis le NE. La situation réciproque de leurs aires sur notre territoire s'accorde donc avec la direction de leur immigration et les limites de ces aires, loin d'être purement accidentelles, sont déterminées par des conditions biologiques dont les causes remontent à la dernière glaciation.

Albert Brun et Emile Yung. — *Analyse du Plankton mixte récolté en avril-juillet 1917 dans le petit lac.*

Manière de réunir le Plankton pour une analyse :

Le Plankton est tué au formol. On laisse reposer le flacon et l'on décante le plus possible de liquide clair ; le reste est jeté dans un manchon de verre de 50 mm. de diamètre, fermé à l'une de ses extrémités par une gaze tendue, en mousseline hydrophile. On laisse égoutter et l'on pose le manchon verticalement sur un linge sec qui absorbe capillairement l'humidité de la masse au travers de la mousseline ; ensuite on le place sur du papier à filtrer. Au bout de quelques heures (20) le magma s'est rétracté, il se sépare des parois du verre et donne un disque feutré compact de Plankton agglutiné, très régulier.

On attend que l'humidité soit bien absorbée par le papier buvard et l'on pèse le disque. Il ne faut pas trop le comprimer parce que l'on expulserait des graisses par pression.

Le poids du disque donne le poids du Plankton tel qu'il serait, vivant dans l'eau, c'est-à-dire avec son eau de constitution nécessaire à sa vie. Cette hypothèse n'est peut-être pas tout à fait exacte, mais à défaut d'autre méthode opératoire, nous l'adopterons.

Dessiccation.— Le disque est divisé sans broyer et séché d'abord à l'air, ensuite à l'étuve, sans dépasser 90° à 100°. On le pèse. On a l'eau de constitution.

Graisses. — On épuise au Soxhlet par l'éther le disque sec. On pèse (il ne faut pas broyer, c'est inutile) car l'on détruirait les diatomées ; mais il reste encore des traces de graisses non enlevées en totalité.

Matière minérale. — Il y a deux moyens pour l'obtenir :

1° On brûle le Plankton privé de ses graisses ;

2° on oxyde la matière organique par l'acide nitrique.

1° Le premier procédé est mauvais, on perd du soufre, du chlore et l'on combine les frustules des diatomées avec la cendre des crustacés, ce qui forme un verre dont on ne peut tirer aucune conclusion valable au point de vue biologique.

2° Le deuxième procédé conserve intact le squelette des diatomées et ne donne guère en dissolution que la matière minérale des crustacés et celle du protoplasma endochrome des diatomées.

On opère comme suit :

Le poids du Plankton privé de ses graisses étant connu, on traite au bain-marie pendant plusieurs heures cette masse avec l'acide nitrique pur de densité 1,30. On fait bouillir une ou deux fois. Lorsque les frustules se déposent facilement dans l'acide nitrique, on étend d'eau, laisse reposer et filtre, puis on lave.

Comme la réaction dégage beaucoup de gaz, la matière mousse beaucoup, il faut un ballon assez spacieux pour éviter les pertes.

Sur le filtre sont : *A*. Les diatomées et les sables (peu de sable).

Dans le liquide : *B*. Les matières minérales solubles de la matière organique détruite et un peu du résultat de l'attaque du squelette de certaines diatomées, mais très peu de ce dernier.

Analyse de A. — Diatomées. L'analyse de A, est très simple. C'est une analyse ordinaire de silicate. On y trouve du sable et des résidus amorphes, résidus de la digestion du sable par les diatomées (digestion qui permet la formation de leur squelette). Les diatomées ne sont pas très pures, à cause de ces matières étrangères minérales adhérentes. On calcine très légèrement pour détruire une dernière trace de chitine des crustacés et des graisses, et l'on pèse. On les vérifie au microscope.

Analyse de B. — On chauffe au bain-marie la solution nitrique. Dans une portion aliquote on dose le chlore.

Dans une autre portion aliquote, on dose le SO_4H_2.

Le reste est évaporé avec de l'acide sulfurique afin de tout charbonner et tout transformer en sulfates. On chauffe au rouge légèrement et redissout le résidu dans HCl.

Si l'on chauffait directement à sec la matière nitrée, on aurait une explosion qui perdrait tout. On ne pourra avoir le pour cent

exact des matières minérales que par une double opération ou par un dosage de tous les éléments, ce qui demanderait naturellement passablement de matériel. Le phosphate de chaux avec fer forme en tous cas la très grosse majorité de cette partie soluble dans l'acide nitrique. Cette analyse de la portion nitrée est du reste assez délicate.

Résultats ainsi obtenus sur le Plankton mixte récolté dans le petit Lac, d'avril à juillet 1917.

Ces premières données ne constituent qu'un premier essai qui sera perfectionné dans les analyses futures.

1° Plankton humide vivant :

Plankton sec	= 15,03 %	100 = Plankton vivant.
Eau	= 84,97 %	
	100,00	

2° Graisses calculées sur Plankton sec :

11,05 %

un peu faible (voir analyse de A).

3° Poids des frustules des diatomées et des silicates insolubles calculés sur le Plankton sec :

8,18 %

3*bis* Composition des frustules avec un peu de résidus de digestion du sable et des traces de sable :

Silice	= 89,66 %	
Fer alumine	= 6,26 %	
Chaux et Mg H_2O alcalis	= 4,07 %	par diff.
	100.—	

4° Matière minérale calculée sur le Plankton sec soluble dans l'acide nitrique :

Environ 4 % : l'erreur est ici plutôt en moins.

Cette matière minérale contient :

Potassium. — Sulfate de chaux. — Lithium. — Sodium. — Magnésie. — Phosphate de chaux, très abondant. — Fer et Manganèse, abondants. — Cuivre, traces. — Silice, traces. — Chlore, traces. — Strontium net. — Le Phosphate de chaux forme la majorité de cette matière, ensuite vient le Fer. On peut se demander d'où viennent le Cuivre et le Manganèse ?)

L'un de nous a déjà montré que l'eau du lac contient du Lithium et du Strontium.

Annexe : La coquille des Anodontes contient du Strontium.

Séance du 15 novembre

E. Bujard. Une anomalie relativement rare de l'œuf de la poule : « Ovum in ovo ». — Arnold Pictet. Les vols de Pieris brassicæ en été 1917.

Eug. Bujard. — *Une anomalie relativement rare de l'œuf de poule. — « Ovum in ovo ».*

Les anomalies ovulaires qui font l'objet de cette brève communication sont trois œufs de poule, qui contenaient chacun un second œuf plus ou moins complet.

1. La 1re observation est celle d'un petit œuf nain, mesurant 29 et 30 mm dans ses deux diamètres principaux, et qui nous a été remis, le 21 avril 1913, par M. le prof. Mégevand. Cet œuf n'est composé que d'une coquille, relativement épaisse et un peu irrégulière, et d'un albumen ; il a donc la structure des œufs appelés populairement « œufs de coq » et que l'on rencontre quelquefois dans les pontes normales. Sa curiosité réside toute dans le fait que cet œuf était inclus dans un second œuf, un peu plus gros que de coutume, mais parfaitement normal et complet : coquille, albumen et ovocyte (jaune). En résumé, ce cas est une *inclusion d'un œuf avitellin* (« œuf de coq ») *dans un œuf complet;* cette anomalie n'est pas excessivement rare.

2. La 2me observation est celle d'un œuf qui nous a été donné, le 2 juin dernier, par Me le Dr Champendal. Cet œuf, très volumineux, était déjà brisé au moment où nous l'avons examiné ; ses dimensions approximatives sont de 70 et 50 mm dans ses deux diamètres principaux ; la coquille est épaisse, rugueuse ; son dépôt calcaire est irrégulier. Par la déchirure de la membrane coquillère, il s'écoule une masse albumineuse plus liquide que le blanc d'œuf habituel ; il n'y a pas d'ovocyte (jaune). Cet œuf contenait dans son albumen : 1° Une petite masse ovoïde d'albumine, à structure plus ou moins concentrique et hétérogène, mesurant 15 sur 12 mm et enveloppée d'une mince membrane. 2° Un second œuf, de dimensions normales (50 sur 40 mm), mais dépourvu de coquille, comme les œufs dits « œufs hardés » ; la structure de ce second œuf est pour le reste complète, c'est-à-dire qu'il comprend un ovocyte, enveloppé d'un albumen et d'une membrane coquillère. En résumé, ce cas est une *inclusion d'un œuf complet hardé dans un œuf avitellin* ; c'est là un cas très rare, peut-être même unique, qui ne peut être rapproché que de l'observation de Féré (1902) : œuf complet hardé (et embryonné normalement) dans un œuf complet ; les deux observations divergent quant aux qualités de l'œuf enveloppant : complet dans le cas de Féré, avitellin dans notre cas.

3. Dans la même série d'œufs, existait une anomalie encore plus curieuse ; nous n'avons pas pu l'observer personnellement, mais d'après les renseignements précis de Me le Dr Champendal,

il s'agissait : d'un œuf volumineux avitellin, c'est-à-dire constitué d'une coquille, d'une membrane coquillère et d'un albumen liquide, mais pas de jaune. En lieu et place de l'ovocyte, il existait un corps blanchâtre formé seulement d'une membrane et d'une albumine très liquide ; ce corps central n'est rien d'autre qu'un petit « œuf de coq » hardé ; il n'existait aucun vitellus [1]. Ce cas est donc une *inclusion d'un œuf avitellin* (« œuf de coq ») *hardé dans un œuf avitellin*. C'est la seule observation que nous connaissions, de laquelle on peut cependant rapprocher trois cas anciens signalés par Perrault (XVIIe siècle), par Haller (1768) et par Housset (1785), cités d'après Davanie [2] et M. Baudouin [3], mais dans lesquels l'inclusion de l'œuf avitellin hardé s'est faite dans un œuf ordinaire (lui-même hardé, dans l'observation de Haller).

* * *

On retrouve dans la littérature une cinquantaine d'observations d'*ovum in ovo*, dont les plus anciennes seraient celles de Harvey (1654) et de Bartholin (1661) ; l'inclusion a été vue chez la poule, la cane, la dinde, l'oie et le cygne ; elle se présente dans une série de variétés qui résident tantôt dans la structure de l'œuf enveloppant, tantôt dans celle de l'œuf inclus :

A. L'*œuf enveloppant* est en général plus volumineux qu'un œuf normal ; son volume dépend de celui de l'œuf inclus ; au point de vue structural, il peut être :

1° Un *œuf complet*, c'est-à-dire possédant une coquille, un albumen et un ovocyte (jaune) [4].

2° Un *œuf avitellin*, c'est-à-dire réduit à une masse albumineuse enveloppée d'une coquille, plus ou moins épaisse [5] ; ce serait, d'après Kunstler [6], le cas le plus fréquent en réalité, malgré la pauvreté de la littérature à ce sujet.

B. L'*œuf inclus* est tantôt de dimensions normales, tantôt plus petit ; sa structure peut être celle de :

1° Un *œuf avitellin*, c'est-à-dire réduit à un petit albumen enveloppé d'une coquille calcaire (« œuf de coq ») ;

[1]) Les œufs des observations 2 et 3 semblent provenir de la même poule, en tout cas du même poulailler.

[2]) Davanie. Mémoire sur les anomalies de l'œuf. *Mém. de la Soc. de biol., Paris*, 1860.

[3]) M. Baudouin. De l'inclusion des œufs de poule et de ses rapports avec la diplotératologie. *Bull. et mém. de la Soc. d'anthrop. de Paris*, 1911, vol. II, 6e série.

[4]) Dans quelques cas rares, l'œuf enveloppant peut être dépourvu de coquille, c'est-à-dire hardé (Haller, 1768) ; dans d'autres cas, il peut être bivitellin (Moraaz, oie).

[5]) Dans quelques cas très rares, l'albumen est réduite au point qu'il y a superposition des deux coquilles, incluse et enveloppante (Kunstler).

[6]) Kunstler. Les œufs anormaux. *Bibliogr. anatom.*, 1907, vol. XVI.

Variétés de l'œuf inclus			A. Œuf enveloppant ± complet	B. Œuf enveloppant avitellin
1 *œuf inclus avitellin* (œuf de coq)	± nain	avec coquille calcaire	25 à 30 cas anciens Davanie 1860 Baudouin 1904 Faivre 1906 *Bujard* 1917 (obs 1)	Menière-Lachese 1828
		Sans coquille calcaire (hardé)	Perrault XVIIe S. Haller 1768 [œuf enveloppant hardé] Housset 1785	Bujard 1917 (obs. 3)
2. *œuf inclus complet*	de volume ± normal	avec coquille calcaire	2-3 cas anciens (1) Rayer 1849 (oie) Panum 1860 (dinde) Supino 1897 Janet 1906 (cane) Dujon-Baudouin 1911 Henneguy 1911 Patterson 1911 (2 ob.) Dublanc-Laborde 1912	Brown-Hooke 1726 (oie) Kunstler 1907 [ce cas ne serait pas très rare dans le S.-O. de la France] Anonyme 1913 — *Rem.* : Dans quelq. cas très rares l'albumen est réduit au point qu'il y a superposition des deux coquilles : enveloppante et incluse.
		hardé	Féré 1902	Bujard 1917 (obs. 2)
	nain (avec coquille)		Cleyer 1682 Kunstler 1903	
3. *œuf inclus bivitellin* (avec coquille)			cas de Mantes (cité par Baudouin)	
4. *inclusions doubles* l'œuf inclus est lui-même un « ovum in ovo »			Davanie 1860 1° œuf complet 2° œuf hardé 3° œuf hardé	Patterson 1911 1° œuf avitellin 2° œuf complet 3° œuf complet

(1) Dont l'observ. de Moraaz : œuf d'oie complet inclus dans un œuf bivitellin.

2° Un *œuf avitellin hardé*, c'est-à-dire réduit à un peu d'albumine enveloppée d'une membrane coquillère seulement ;

3° Un *œuf complet*, c'est-à-dire possédant une coquille, un albumen et un ovocyte ; cet œuf est en général de volume normal ; il est quelquefois nain (Kunstler, 1903, etc.) ;

4° Un *œuf complet hardé*, c'est-à-dire manquant de coquille calcaire, mais composé d'une membrane coquillère, d'un albumen et d'un avocyte ;

5. Un *œuf bivitellin*, c'est-à-dire un œuf à deux jaunes (ovocytes) ;

6. Un *ovum in ovo*, c'est-à-dire un œuf renfermant lui-même une inclusion d'un des types précédents.

Le tableau de la p. 485 systématise les diverses variétés et leur fréquence relative.

La genèse de l' « *ovum in ovo* » et de ses diverses variétés, n'est explicable que par des troubles de la motilité de l'oviducte ; il s'agirait, comme l'ont déjà admis Davanie, Kunstler, Baudouin, etc., de *mouvements antipéristaltiques de l'oviducte*, qui provoqueraient le refoulement d'un œuf à un stade quelconque de son développement et le ramèneraient en aval, où son évolution se répète et provoque son inclusion dans un second œuf plus jeune ; les diverses variétés de la structure de l'œuf inclus s'expliquent par l'époque de son refoulement ; celles de l'œuf enveloppant par le degré de ce refoulement en aval, suivant que l'œuf inclus est remonté jusque dans la zone coquillère seulement, ou dans la zone albuminogène, ou même jusqu'à l'extrémité de l'oviducte, où il rencontre un ovocyte encore nu.

L'anomalie de l' « *ovum in ovo* », comme du reste celle de l'œuf à deux jaunes, est impuissante à engendrer une duplicité réelle du poulet ; les monstres doubles, comme les jumeaux univitellins ne peuvent dériver que de malformations de la cicatricule d'un même ovocyte.

Arnold Pictet. — *Les vols de Pieris brassicæ en été 1917.* (Cette communication paraîtra in-extenso dans les *Archives*).

Séance du 6 décembre

J. Briquet. L'action métabolique de l'obscurité sur le développement de l'Achillea millefolium.

J. Briquet. — *L'action métabolique de l'obscurité sur le développement de l'Achillea millefolium.*

(Ce travail sera publié ultérieurement).

Séance du 20 décembre

C.-E. Guye. Exposé de quelques conséquences du principe de relativité. — Théorie de la rotation de la décharge électrique sous l'influence d'un champ magnétique.

C.-E. Guye. — *Exposé de quelques conséquences du principe de relativité* (conférence).

Après avoir rappelé les expériences qui ont motivé l'introduction du principe de relativité, M. Guye insiste sur ce que l'on peut appeler le côté métaphysique de cette délicate question.

Dans la relativité d'Einstein, l'*expression d'une longueur* comporte la notion de longueur et celle de vitesse ; c'est-à-dire les notions simultanées d'espace et de temps. C'est ce qu'indique la formule

$$d' = d\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2} \qquad (1)$$

exprimant la distance de deux systèmes A et B dont la vitesse relative uniforme est égale à v.

De même l'*expression d'un intervalle de temps* comporte non seulement la notion de temps, mais celle d'espace puisqu'elle fait intervenir la vitesse relative des deux systèmes par la formule

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}} \text{ [1]} \qquad (2)$$

Il en résulte que dans la relativité d'Einstein les notions d'espace et de temps sont inséparables l'une de l'autre.

Ce n'est que lorsque la vitesse relative v des deux systèmes est petite vis-à-vis de celle de la lumière que ces deux notions deviennent indépendantes et que les formules (1) et (2) se réduisent à

$$d' = d \qquad \Delta t' = \Delta t$$

[1] Dans ces formules d représente pour un observateur situé sur l'un ou l'autre système, l'expression de leur distance lorsque leur vitesse relative v est nulle; c'est la distance telle qu'on l'envisage dans la cinématique ordinaire; V est la vitesse de la lumière et le rapport, $\frac{v}{V} = \beta$, représente la vitesse relative mesurée en prenant comme unité la vitesse de la lumière; le facteur $\sqrt{1 - \beta^2}$ est le facteur de Lorentz.

Dans la formule (2) Δt serait, par ex. l'expression de la durée du battement d'une horloge liée à un observateur du système A ; $\Delta t'$ serait alors pour le même observateur A l'expression de la durée du battement d'une horloge identique qui se déplacerait par rapport à lui avec une vitesse uniforme v et qui se trouverait par ex. sur le système B.

correspondant à l'idée que nous nous faisons habituellement de l'espace et du temps.

Des modifications aussi profondes de notions qui nous sont aussi familières que celle du temps et de l'espace devaient nécessairement soulever de très vives oppositions. M. Guye les résume dans la double argumentation qui suit :

« Nous ne pouvons accepter, disent les adversaires du principe de relativité, que vous bouleversiez la conception que nous nous faisons du temps et de l'espace, conception que nous considérons comme axiomatique. Nous voulons bien admettre que les équations de la relativité cachent quelque vérité profonde, puisqu'elles conduisent à des résultats qui jusqu'ici ont toujours été en accord avec l'expérience ; mais cherchons une autre interprétation et ne nous obligez pas à modifier des notions fondamentales entre toutes. »

A cela les partisans du nouveau principe répondront, non sans raison :

« Nous ne bouleversons pas les notions de temps et d'espace, nous les généralisons. Ces notions ne sont inséparables l'une de l'autre que lorsque les vitesses relatives sont énormes. Dès que ces vitesses sont petites vis-à-vis de la prodigieuse vitesse de la lumière, les notions de temps et d'espace, ou du moins de leur mesure, deviennent pratiquement indépendantes l'une de l'autre.

« Or c'est précisément le cas de la cinématique du monde dans lequel nous sommes placés. Il n'est donc pas étonnant que l'indépendance de ces deux notions nous paraisse axiomatique. Si nous vivions dans un monde où les vitesses relatives des corps matériels se rapprocheraient davantage de celle de la lumière, il est à présumer que notre conception du temps et de l'espace serait différente, que ces deux notions deviendraient solidaires, et que, pour expliquer la mécanique de ces énormes vitesses, nous serions précisément conduits aux équations de la relativité d'Einstein. »

D'ailleurs, que l'on adopte ou non ce point de vue métaphysique, il n'en demeure pas moins que les résultats obtenus à l'aide du nouveau principe sont plus qu'encourageants, bien que son application soit pratiquement extrêmement rare ; le facteur $\sqrt{1-\beta^2}$ étant le plus souvent absolument inappréciable [1].

[1] Le tableau qui suit donne la valeur du terme β^2 pour quelques vitesses

Balle de fusil	$\frac{1 \text{ kilomètre}}{\text{seconde}}$ $\beta^2 = 0.000000000011$
Vitesse de translation de la Terre (Expériences de Michelson et Morley).	$\frac{30 \text{ km}}{\text{sec.}}$ $\beta^2 = 0.000000010$

M. Guye rappelle ensuite que le principe de relativité permet de faire abstraction de l'existence d'un éther hypothétique dont il faut multiplier les propriétés si l'on veut expliquer les diverses expériences dans lesquelles le terme β^2 n'est pas négligeable. Il résout, sans autre hypothèse, les difficultés soulevées par ces diverses expériences et explique particulièrement bien les résultats des expériences très précises de Michelson et Morley, ainsi que les variations d'inertie des électrons cathodiques de grande vitesse et des électrons du radium. Les équations de la relativité permettent aussi de ramener à un principe unique les deux principes fondamentaux et jusque là séparés de la conservation de la masse et de la conservation de l'énergie ; un corps étant inerte ou pesant en proportion de l'énergie totale qu'il possède. La gravitation devient ainsi l'attraction de l'énergie par l'énergie.

En terminant, M. Guye indique quelques-uns des résultats obtenus par Einstein au moyen de la nouvelle théorie de la relativité généralisée.

C.-E. Guye. — *Théorie de la rotation de la décharge électrique sous l'influence d'un champ magnétique.*

M. le prof. C.-E. Guye a repris, en se plaçant au point de vue de la théorie de l'ionisation par chocs, l'étude de la rotation d'une décharge électrique sous l'action d'un champ magnétique, étude qui avait fait l'objet des recherches expérimentales d'Aug. de la Rive et d'Ed. Sarasin en 1871 et 1872 (1).

En considérant le cas où le champ électrique qui produit la décharge et le champ magnétique qui provoque la rotation sont tous deux uniformes et perpendiculaires l'un à l'autre, on trouve que la vitesse moyenne latérale d'entraînement des électrons est donnée par la formule

$$V_0 = \frac{\varepsilon H}{3\pi\sigma^2 M_1 u_0} \qquad (1)$$

dans laquelle ε est la charge de l'électron ; H le champ magnétique ; σ le rayon approximatif d'une molécule ; M_1 le nombre de molécules dans l'unité de volume et u_0 la masse de l'électron.

Vitesse de translation de Mercure	$\frac{48 \text{ km}}{\text{sec.}}$	$\beta^2 = 0.000000025$
Electrons cathodiques de grande vitesse (Expériences de C.-E. Guye et C. Lavanchy).	$\frac{144\,800 \text{ km}}{\text{sec.}}$	$\beta^2 = 0.233$

(1) *Arch.*, 1871, **41.** p. 5 et 1872. **45.** p. 387.

Pour la vitesse moyenne de l'ion positif entraîné dans le même sens on a pareillement

$$V = \frac{\varepsilon H}{12\pi\sigma^2 M_1 m} \qquad (2)$$

m désignant approximativement la masse d'une molécule.

Le calcul qui conduit à ces expressions suppose que le champ magnétique n'est pas assez intense pour déformer la trajectoire de la décharge et modifier sensiblement les conditions de celle-ci. Ce qui paraît devoir être réalisé dans la plupart des cas.

En outre il suppose que les libres parcours moyens des électrons et des ions positifs sont donnés par les expressions

$$\lambda_0 = \frac{1}{\pi\sigma^2 M_1} \qquad \lambda = \frac{1}{4\pi\sigma^2 M_1} \qquad (3)$$

lesquelles correspondent au cas où l'on peut négliger la vitesse de translation des molécules du gaz, relativement à celles des électrons et des ions positifs.

Les conclusions que l'on tire des expressions théoriques (1) et (2) paraissent dans leurs grandes lignes en bon accord avec les résultats des expériences d'A. de la Rive et d'Ed. Sarasin, expériences effectuées il est vrai dans des conditions assez différentes de celles du calcul précédent.

Ces conclusions théoriques peuvent se résumer comme suit :

1° La vitesse de rotation devrait être, dans certaines limites, indépendante de l'intensité du champ électrique F qui produit la décharge.

2° Elle serait inversément proportionnelle à la pression du gaz, à la masse moléculaire et au carré du rayon de la molécule.

3° Elle serait proportionnelle à l'intensité du champ magnétique et devrait être, en récipient clos, indépendante de la température du gaz, M_1 restant constant.

En substituant les valeurs numériques pour le cas de l'hydrogène dans les expressions (1) et (2) on trouve à la pression atmosphérique 0° et pour un champ magnétique H = 1.

$$V_0 = \frac{33460 \text{ cm}}{\text{sec.}} \qquad V = \frac{7{,}2 \text{ cm}}{\text{sec.}}$$

Il semblerait donc, à première vue, que la vitesse de rotation de la décharge serait celle correspondant à la vitesse latérale d'entraînement des ions positifs. Cette hypothèse est d'autant plus vraisemblable qu'A. de la Rive et Ed. Sarasin ont montré que la décharge animée du mouvement de rotation était susceptible de donner par son passage une impulsion à un petit moulinet.

Mais il y a lieu de tenir compte encore d'un autre facteur : la

composante latérale du choc des ions et des électrons contre les molécules du gaz doit déterminer un mouvement de rotation d'ensemble de toute la masse gazeuse, mouvement qui se superpose aux vitesses V_0 ou V.

Cette action doit être surtout appréciable lorsque les chocs ne sont pas ionisants et que leur force vive n'est pas anéantie par la production de nouveaux ions. Un calcul approximatif montre alors que cette vitesse d'entraînement de la masse totale du gaz dépend des conditions dans lesquelles s'effectue la décharge, en particulier du nombre d'ions qui y participent et de la valeur du champ électrique qui la provoque. S'il n'y avait aucune cause retardatrice, la masse totale du gaz prendrait un mouvement de rotation constamment accéléré qui s'ajouterait aux vitesses V_0 ou V. Mais la viscosité du gaz intervient et son action qui dépend de la forme et des dimensions du récipient est vraisemblablement proportionnelle à la vitesse; elle tendra donc à rendre le mouvement uniforme.

D'ailleurs cette vitesse d'entraînement de la masse totale du gaz doit pouvoir être mise en évidence et même déterminée expérimentalement, en changeant brusquement le sens de la rotation par inversion du champ magnétique.

D'une façon générale, les conditions des expériences d'A. de la Rive et d'Ed. Sarasin sont trop éloignées de celles des calculs qui précèdent pour que l'on puisse établir une comparaison précise entre leurs résultats et cette théorie. Il serait donc digne d'intérêt de les reprendre dans les conditions mêmes du calcul ; d'autant plus que les formules (1) et (2) semblent devoir permettre une estimation approximative des rayons moléculaires.

Dans ce but, M. Guye s'est adjoint comme collaborateur M. Henger qui a bien voulu entreprendre avec lui cette étude expérimentale.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 2 mai 1917

Louis Mayor. Appareil électro-médical. — W. Morton. Démonstrations sur le groupe des Scincoïdiens ou Lépidosauriens.

M. Louis Mayor présente un *appareil électro-médical* qu'il a baptisé du nom de « Sinus ». Cet appareil se fixe sur un réseau quelconque d'éclairage au moyen d'une simple fiche. Il fonctionne aussi bien avec le courant alternatif qu'avec le continu. Un dispositif particulier lui permet en outre de marcher avec des courants de 220 volts comme avec ceux de 110 volts.

Le « Sinus » est robuste et éminemment transportable; il ne pèse avec sa boîte et ses accessoires principaux que 1 kg. 900. Il possède l'immense avantage de supprimer les piles si désagréables à entretenir et si inconstantes.

Sa consommation de courant est presque négligeable: 1 à 3 watts, et, cependant, il peut provoquer de violentes contractions musculaires, si cela est nécessaire; tandis qu'on ne ressent au début que des fourmillements presque imperceptibles. Cet appareil peut marcher aussi longtemps que l'on veut sans s'affaiblir. Enfin, il peut être mis entre toutes les mains, car il ne présente aucun danger et sa manipulation est des plus faciles.

Le « Sinus » donne à volonté du courant sinusoïdal, c'est-à-dire ondulé, mais non interrompu; du courant dit faradique, c'est-à-dire pareil à celui des bobines d'induction; du courant rythmé à volonté, depuis un choc jusqu'à quatre par seconde. Ce dernier effet est obtenu au moyen d'une pendule mécanique dont la masse pesante peut être réglée à volonté.

Enfin, l'appareil permet l'endoscopie par l'éclairage de petites lampes que l'on peut introduire dans les cavités corporelles.

En terminant, M. Mayor remercie M. le prof. Dr Berdez, qui a consacré au « Sinus » un article fort bienveillant dans la *Revue Médicale de la Suisse romande,* et M. le prof. Landry, de l'Ecole

d'Ingénieurs, lequel, le plus gracieusement du monde, a bien voulu étudier le rendement du « Sinus » et en établir des graphiques suggestifs.

M. W. Morton, après avoir dit quelques généralités sur le groupe des *Scincoïdiens* ou *Lépidosauriens*, montre quelques exemplaires vivants qu'il possède depuis plusieurs années. Ce sont : *Egernia Cunninghami*, *Egernia major*, *Filigna scincoïdes*, *Ligosoma quoyi* originaires d'Australie et *Chalcides ocellatus* d'Algérie.

Il termine par l'exhibition d'un beau spécimen vivant de *Coelopettis lacertina*, la coulouvre maillée, qu'il a capturée dans le Var.

Séance du 16 mai

George Montandon. Les cycles de civilisatiou.

George Montandon. — *Les cycles de civilisation.*

Après avoir étudié la genèse des instruments de musique et avoir passé en revue les instruments des neuf principes de base posés (séance du 28 mars), il y a lieu de se demander à quelles époques relatives sont apparus les premiers représentants de ces principes. Pour répondre à cette question, il n'y a qu'à étudier les éléments des cycles successifs de civilisation, tels que l'éthnologie moderne conçoit ces cycles, et à noter quels instruments se sont manifestés dans chacun d'entre eux. L'exposé de la théorie des cycles ou aires de civilisation sera d'ailleurs le principal de cette communication-ci.

On admettait autrefois que les objets et coutumes des divers peuples s'étaient en général développés sur place, c'est-à-dire qu'on admettait un nombre infini de foyers de développement de la culture humaine. Aujourd'hui, on est moins enclin à croire au génie inventif de l'homme primitif et on se dit que des coutumes et des objets similaires, quoique se trouvant en des endroits très éloignés les uns des autres, ont souvent chance de provenir d'un seul et même foyer de développement.

Divers foyers auraient donné lieu au cours des âges à un épanouissement d'éléments nouveaux. Le rayonnement de ces éléments, de temps à autre, aurait donné lieu à des courants de civilisation qui se seraient répandus sur des aires plus ou moins étendues. Les foyers principaux se seraient trouvés en Asie, d'où les courants de civilisation auraient progressé, comme des vagues successives, vers la périphérie, repoussant plus excentriquement

les courants précédents. En Océanie, faite d'îles ne permettant pas de communications faciles entre elles, les divers cycles de civilisation se sont conservés purs ou peu mélangés et peu développés secondairement.

Séance du 6 juin

F. Lecoultre. Observations sur la planète Mars. — H. Christ. Souvenirs de botanique vaudoise. — E. Wilczek. A propos de Gentiana lutea. — Maurice Sandoz. Les rapports de la constitution des matières colorantes et leurs spectres d'absorption. — A. Barbey. Evolution d'un Cérambycide xylophage. — J. Jacot-Guillarmod. Observations ornitologiques.

M. P.-L. Mercanton présente un travail de M. F. Lecoultre[1]. *Observations sur la planète Mars.*

Le secrétaire lit un travail de M. H. Christ. — *Souvenirs de botanique vaudoise.* Ce travail paraîtra dans le Bulletin n° 193.

E. Wilczek. — *A propos de Gentiana lutea.*

L'automne dernier, plusieurs représentants de la botanique, de la pharmacognosie et de la droguerie, ainsi que le chef du service sanitaire fédéral et le vétérinaire fédéral en chef ont été réunis au Département Politique à Berne ; à l'ordre du jour figurait la question de la culture des plantes médicinales en Suisse, ainsi de celle de savoir si la Suisse était en mesure actuellement d'exporter 100,000 kg. de racines de gentiane. Ce dernier point souleva une discussion intéressante ; la statistique fédérale estime que la consommation de cette racine en Suisse atteint approximativement 80,000 kg. par an ; une partie de la drogue est importée de France (Jura, Pyrénées, Alpes Maritimes, etc.) ; il est bien entendu que ces arrivages sont nuls en ce moment. Des chiffres fournis par les droguistes et par les distillateurs de gentiane, il ressort que la consommation suisse atteint ou dépasse 500,000 kg. par an ; dès lors la question peut se poser si une exploitation plus intensive de nos réserves ne menacerait pas l'existence de celle-ci ; l'une des personnes présentes affirma que la gentiane jaune ne se reproduit que par semis ; d'autres, plus nombreuses, et particulièrement des gens connaissant la montagne, prétendent que la racine de la gentiane jaune peut émettre des bourgeons adventifs ; la rénovation est évidemment possible en ce qui concerne le rhizome de la plante ; celui-ci est facilement reconnaissable aux cicatrices circulaires laissées par les feuilles ; mais c'est précisément le rhizome qui est récolté avec les plus fortes racines ; il reste à savoir si les extrémi-

[1]) Voir aussi *Archives,* 1917, t. XLIV, p. 367.

tés des racines qui restent en terre lors de l'arrachage de la plante sont capables de bourgeonner ; les praticiens disent oui ; je les crois d'autant plus volontiers, qu'il est très rare de trouver des jeunes plantes de semis en gazon fermé ; les racines des plantules n'arrivant qu'avec peine à percer le feutre végétal ; les semis sont abondants dans les endroits écorchés. Pour éclairer cette question, je prie les membres de la société qui en auraient l'occasion de faire déterrer *complètement* les restes d'une touffe exploitée l'année précédente et de m'envoyer les bouts de racines. Un dernier point sur lequel personne n'est d'accord, c'est le temps après lequel un pâturage qui a été exploité peut l'être à nouveau ; certains disent trois à quatre ans, d'autres dix à quinze ans, et d'autres à des chiffres encore supérieurs. La durée de la période dépend évidemment de l'altitude et de la station,

M. Maurice Sandoz commence par résumer la théorie de Otto Wytt. Puis il parle des *rapports de la constitution des matières colorantes et leurs spectres d'absorbtion* dans le spectre visible. Il rappelle les travaux de Formanek et de Grandmougin, qui démontrent que pour certains colorants, la forme de leur courbe d'absorbtion dépend du « chromogène » et l'emplacement de cette courbe des « auxochromes ». Cependant, si les auxochromes contiennent des noyaux benzéniques, on observe à la fois une modification et un déplacement de la courbe d'absorbtion.

Pour terminer, M. Sandoz parle des travaux qu'il poursuit chez M. le professeur Kehrmann, travaux qui ont pour but d'essayer d'établir une relation entre la constitution des matières colorantes et leurs spectres d'absorbtion dans l'ultra-violet.

Le mode opératoire consiste à faire passer les rayons lumineux émis par l'arc de fer dans la solution alcoolique de la matière colorante à examiner, puis à les disperser par un prisme de quartz et à photographier le spectre ainsi obtenu.

L'auteur remarque avec surprise que toutes matières colorantes dérivant du même chromogène ont la même courbe d'absorbtion dans l'ultra-violet. Il se demande alors si le spectre d'absorbtion n'est pas fonction du squelette de la molécule et indépendant des auxochromes. Il semble bien en être ainsi, car on peut impunément varier la force des auxochromes sans apercevoir de modifications, tandis qu'il en apparaît de suite d'importantes si l'on touche au squelette du chromogène (en remplaçant un noyau benzénique par un tuyau-naphtalinique, le soufre des composés du phenazthionium par l'oxygène du phenazoxonium).

L'auteur a constaté les mêmes faits pour les dérivés du phenazoxonium, phenazthionium, naphtazoxonium, les acridines et cyanacridines.

Le Dr Sandoz espère pouvoir utiliser ce nouveau procédé pour résoudre des questions délicates, à savoir la position des doubles liaisons dans les corps supposés para ou orthoquinoïdes. Il conclut en disant que les spectres d'absorbtion des matières colorantes dans le spectre visible sont fonctions des chromogènes et des auxochromes, il paraît que les spectres d'absorbtion dans l'ultra-violet ne dépendent que du chromogène et ne sont que peu ou point influencés par les auxochromes.

A. Barbey. — *Evolution d'un Cérambycide xylophage.*

Le *Lamia œdilis L.* est aussi connu sous les noms de *Aedilis moutana* Serv. et de *Acanthocinus œdilis L.* Il appartient au groupe des Prioniens, dont toutes les espèces se développent dans le bois. Cet insecte est exclusivement monophage, s'attaquant aux différentes variétés de pins. Sa principale caractéristique réside dans la forme et dans la dimension de ses antennes; celles du mâle sont, chez certains individus, cinq fois plus longues que le corps.

Le *Lamia œdilis L.* est répandu du sud au nord de l'Europe, mais peu d'entomologistes se sont attachés à décrire en détails ses mœurs et son évolution dans le bois.

Au point de vue de ses apparitions, il y a contradiction dans les descriptions publiées. Nos observations faites, en 1916, dans une forêt de pins du pied du Jura vaudois, soit à une altitude de 600 mètres, nous permettent de préciser le cycle évolutif de ce rongeur, qui produit certainement deux générations par an dans les régions tempérées, avec vols au mois de mai et au mois de juillet.

La ponte a lieu dans les anfractuosités de l'écorce et dans la première partie de son existence, soit pendant deux à trois semaines, la jeune larve pratique de gros couloirs sinueux, irréguliers, dans les couches libéreuses. Lorsqu'elle a atteint son plein développement, elle s'attaque à l'aubier, en laissant derrière elle des détritus ligneux de couleur claire, dont elle suce la sève. Pendant tout ce travail de forage, l'animal est presque continuellement dans une position arquée, ce qui lui permet de faire des mouvements excentriques vers la périphérie des larges couloirs, qui seront bientôt obstrués par ces matières coagulées.

Pour assurer sa métamorphose en nymphe, le Longicorne pénètre dans le bois par un couloir coudé, de section elliptique, lequel est à son tour abandonné et obstrué par un tampon de détritus. A environ un centimètre de profondeur, sous la couche cambiale du bois, la larve élargit cette galerie, qui court parallèlement aux fibres ligneuses, et la tapisse d'un fin duvet à peine visible à l'œil nu. C'est dans cette cachette privée d'air qu'elle se prépare à subir sa seconde métamorphose.

Si l'on surprend l'animal huit jours après l'achèvement de la niche, on découvre la nymphe couchée sur le dos, s'agitant convulsivement et ayant à côté d'elle sa dépouille larvaire. Si c'est un mâle, ses antennes sont enroulées deux fois autour du corps et toujours dans une position déterminée qu'on retrouve chez chaque individu.

Le xylophage attend dans cette position sa dernière transformation en insecte parfait, et sans se retourner — opération qui serait impossible, vu ses appendices articulés si développés, — l'insecte ailé n'a d'autre effort à faire pour gagner l'extérieur qu'à ronger un orifice de sortie, qui perfore quelques millimètres d'aubier, ainsi que l'épaisseur de l'écorce. La tête, une fois à l'air, les antennes encore souples parviennent à se dégager et le Cérambycide prend son vol pendant deux ou trois semaines au plus, après quoi il meurt. Il est à remarquer que dans des cas, tout à fait exceptionnels, et dans des pins à l'écorce très épaisse, la chambre de nymphose peut parfois être entaillée dans les couches corticales !

Le *Lamia ædilis L.* s'attaque souvent aux pins déjà anémiés par les Bostryches, il n'est pour ainsi dire jamais la cause de la mort des arbres sur pied, mais son évolution présente un intérêt biologique indiscutable, en raison même de la dimension de ses élytres.

Dr J. Jacot-Guillarmod. — *Observations ornitologiques.*

J'ai, dans mon jardin, une petite pelouse, raz tondue, infestée de vers blancs. Dès quatre heures du matin, un gros pivert annonce son arrivée de Sauvabelin par le descrecendo de son cri saccadé. Du pommier où il va se poser, allongé dans le sens de la branche qu'il martèle de son bec, il inspecte les alentours et descend tôt après sur la pelouse.

Il n'est pas posé depuis demi-minute que le voilà à l'œuvre. Il fait voler l'herbe puis la terre, creuse un trou conique où sa tête disparaît bientôt entièrement. Subitement, il la relève couverte de terre et inspecte l'horizon d'un air inquiet; tôt après, un étourneau vient se poser dans le voisinage du pivert; par une spirale savante, il s'approche du trou et prestement cueille le vers blanc et s'enfuit vers son nid.

Le pivert fait quelques pas, se remet en chasse et bientôt retrouve un nouveau ver et le travail de mineur recommence. Un second étourneau apparaît bientôt au-dessus de la haie. Instruit par l'expérience, le pivert s'éloigne de quelques pas, se donnant l'air d'un chasseur qui fait buisson creux. Mais la tentation est trop forte ; en quelques enjambées, il a rejoint son trou et tente d'isoler son nouveau ver. L'étourneau n° 2 s'approche à son tour du trou, mais le pivert se ramasse et d'un coup de bec éloigne le ravisseur.

Ce moment a suffi pour permettre à l'étourneau n° 1, qui vient de revenir, de se précipiter dans le trou et d'en extraire le ver blanc et de s'enfuir comme précédemment.

Entre temps, sont arrivés quelques merles, qui, eux aussi, se mettent en chasse. En quelques minutes, de nouveaux vers sont isolés et prêts à être cueillis ; mais les deux étourneaux sont de nouveau là et bientôt les merles à leur tour sont dépossédés de leur butin.

Ce manège se répète bien une vingtaine de fois en une heure. Ce qui représente, au bout de la journée, plus de 200 larves de hannetons ainsi détruites.

Voilà une semaine que j'observe les allées et venues de mon pivert, des deux merles et des deux étourneaux. Le pivert finit bien par avaler quelques-unes de ces larves, les merles aussi, mais les étourneaux, de taille notablement plus petite, avalent, à eux seuls, près des trois quarts de la cueillette.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

Prof. Sen. Augusto Righi. — Sulla ionizzazione prodotta dai raggi X nel campo magnetico. *Memoria letta alla R. Acc. delle Scienze dell'Istituto di Bologna,* nella sessione del 4 marzo 1917. Tip. Gamberini e Parmeggiani, Bologna.

L'auteur, ayant poursuivi des recherches sur les différentes modifications que produit un champ magnétique sur les décharges électriques, croit pouvoir conclure qu'elles ne sont pas seulement la conséquence du changement de forme des trajectoires parcourues par les ions et par les électrons. En particulier, ayant étudié avec beaucoup de soin l'influence d'un champ magnétique sur la décharge dans un gaz raréfié, ainsi que sur la valeur du potentiel de décharge, il a établi qu'il y a des cas où la variation de ce dernier se trouve être de signe opposé à celle que les déviations magnétiques des particules feraient prévoir et il en a déduit l'existence d'une action, jusqu'ici ignorée, du champ magnétique sur la ionisation, tendant à l'augmenter. Righi a donné à cette action le nom de *magnétoionisation*. Dans ce mémoire, il décrit un nouveau dispositif dans lequel il fait intervenir les rayons X comme moyen pour produire la ionisation de l'air plus ou moins raréfié, contenu dans une ampoule dans laquelle deux lames métalliques parallèles jouent le rôle d'électrodes pour la production du champ électrostatique. L'une de ces électrodes est portée à un certain potentiel à l'aide d'une petite batterie de petits accumulateurs, tandis que l'autre est mise en communication avec un électromètre à cadrans et avec le sol. En ôtant cette dernière communication pendant un temps déterminé, généralement 10 secondes, après avoir mis en action le tube générateur des rayons X, on obtient une déviation électrométrique proportionnelle à l'intensité du courant existant entre les électrodes, et le dispositif permet même de la calculer. L'ampoule est placée entre les pôles d'un électroaimant, type Ruhmkorff sans pièces polaires, avec une distance de 6 cent. entre les faces opposées des deux bobines. La direc-

tion du champ magnétique est perpendiculaire à celle du champ électrique existant entre les électrodes. L'auteur donne plusieurs tables des résultats de ses mesures et deux diagrammes dont les courbes indiquent les modifications que subit le potentiel de décharge en conséquence des changements d'intensité du champ magnétique ou sans l'intervention d'un tel champ. Les courbes ont comme abscisses les potentiels et comme ordonnées les intensités du courant. Righi conclut que l'existence de la magnétoionisation est mise en évidence par le fait que l'on a un maximum de courant pour une certaine valeur du champ magnétique.

Th. T.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE NOVEMBRE 1917

Le 6, rosée le matin.
7, pluie de 2 h. 40 à 10 h. du soir et dans la nuit.
8, pluie de 7 h. à 9 h. du matin, gelée blanche le soir.
9, gelée blanche le matin, petite pluie et grésil à 10 h. 25 du matin ; pluie de 9 h. 30 à 10 h. du soir et dans la nuit.
10, pluie de 9 h. 30 à 10 h. du soir et dans la nuit.
les 12 et 13, forte bise toute la journée.
le 14, gelée blanche le soir.
15, brouillard et forte gelée blanche le matin.
16, gelée blanche le matin.
19, gelée blanche le soir.
21, pluie de 7 h. du matin à 10 h. du soir et dans la nuit.
22, brouillard le matin.
23, brouillard enveloppant et gelée blanche le matin, gelée blanche le soir.
24, brouillard enveloppant et forte gelée blanche le matin.
25, pluie de 3 h. à 5 h., de 7 h. à 10 h. du soir, neige dans la nuit, hauteur de la neige, 2 cm.
27, pluie de 8 h. à 10 h. du soir et dans la nuit.
28, gelée blanche le matin.
29, brouillard enveloppant le matin.
30, léger brouillard le matin.

Hauteur totale de la neige : 2 cm. tombés en 1 jour.

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm										h.	mm.	
1	30.5	30.5	31.7	30.64	+ 4.48	29.6	32.0	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	3.2	9	0	9	6	4.5	....	....
2	32.1	31.9	32.8	32.23	+ 6.07	31.7	33.2	NNE. 1	N. 1	E. 1	NNE. 1	2.5	4	9	9	8	2.2	....	....
3	32.6	31.6	31.6	32.16	+ 6.01	31.1	33.2	E. 1	NNW. 0	S. 1	calme	1.2	9	2	9	6	4.3	....	....
4	30.6	29.3	30.0	30.17	+ 4.01	28.9	31.4	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	2.2	9	0	9	3	6.0	...	...
5	31.0	30.8	30.8	30.64	+ 4.48	30.1	31.1	NNE. 1	NNE. 1	SSW. 1	N. 1	2.8	10	0	0	3	5.4	....	...
6	29.6	28.1	27.9	28.74	+ 2.58	27.2	30.3	SE. 1	NW. 1	SE. 1	SE. 1	2.0	9	2	0	3	**7.8**	....	...
7	26.6	24.3	23.3	25.32	- 0.85	22.7	28.3	SSE. 1	SSW. 1	SW. 1	SW. 1	3.6	0	7	10	7	5.2	**14.8**	12
8	25.2	25.9	26.6	25.38	- 0.80	22.6	26.7	SSW. 1	NW. 1	SSW. 1	SSW. 1	2.9	10	8	0	6	2.4	0.5	2
9	23.7	20.8	17.0	21.56	- 4.63	15.8	26.3	SW. 1	NW. 1	SW. 1	SW. 1	2.2	9	9	10	9	0.5	11.1	6
10	16.3	15.2	16.2	**15.79**	**-10.41**	**14.9**	16.8	SW 1	S. 1	W. 1	SW. 1	5.4	8	9	9	8	1.2	1.6	3
11	19.4	20.8	23.8	20.57	- 5.64	16.8	24.0	E. 1	NW. 1	NNE. 1	NNE. 1	4.2	9	8	0	6	4.1	...	....
12	25.2	25.6	26.3	25.50	- 0.72	24.0	26.4	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	16.3	9	9	10	9	0.0	....	....
13	27.0	27.6	28.4	27.38	+ 1.14	26.1	28.6	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	**17.2**	10	9	10	10	0.0	....	....
14	29.3	30.4	32.2	30.27	+ 4.02	28.3	32.7	NNE. 2	NNE. 1	SSW. 1	NNE. 1	6.3	10	1	0	3	4.0	....	....
15	33.4	33.6	35.3	33.92	+ 7.65	32.7	35.4	SSW. 0	SW. 1	NNE. 1	NNE. 1	2.3	10	3	9	8	3.8	....	....
16	35.5	35.3	35.9	35.55	+ 9.26	35.0	36.0	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 1	10.0	0	6	0	1	7.1	....	....
17	36.4	35.8	37.0	36.28	+ 9.97	35.4	37.3	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 2	NNE 1	9.7	0	0	2	0	8.2	....	...
18	38.3	38.6	39.7	38.60	+12.26	37.3	**39.9**	E. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	2.1	9	9	10	9	0.0	....	....
19	39.6	38.5	38.1	**38.98**	**+12.62**	37.8	**39.9**	NE 1	NNE. 1	SW. 0	calme	1.7	10	1	0	4	4.9	....	...
20	37.4	37.6	37.9	37.77	+11.38	37.2	38.5	SSW. 1	SE. 1	SW. 1	SSW. 1	2.5	10	10	10	10	0.0	....	....
21	34.3	31.2	30.0	32.72	+ 6.31	29.8	37.4	SE. 1	NW. 0	SW. 1	calme	1.1	10	10	10	10	0.0	10.6	**18**
22	33.0	32.1	34.1	32.58	+ 6.14	30.4	34.5	W. 0	SSW 1	E. 0	calme	1.2	10	1	2	4	3.9	....	....
23	35.4	35.5	36.8	35.64	+ 9.17	34.3	37.2	S. 0	NNE. 1	SE. 1	calme	0.8	10	9	0	5	1.9	....	...
24	36.1	34.6	32.7	34.81	+ 8.31	31.4	36.8	S. 0	SSW. 0	SSW. 1	calme	1.7	10	0	0	5	3.2	....	....
25	27.2	23.1	23.7	25.71	- 0.82	21.5	31.4	NNW. 1	SSW. 2	NNE. 1	SSW. 1	3.8	2	9	10	8	0.9	10.0	13
26	26.0	28.1	31.7	27.91	+ 1.34	23.4	32.5	SW. 0	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 1	2.9	9	8	0	6	2.5	....	....
27	32.4	31.2	32.9	32.25	+ 5.45	31.0	33.9	SE. 1	SSW. 0	SSW. 0	calme	1.7	2	9	10	8	0.3	1.2	4
28	35.1	35.5	37.1	35.62	+ 8.98	33.8	37.6	SW. 0	NNE. 1	NW. 1	calme	1.5	3	2	0	3	5.7	....	...
29	38.1	38.2	38.2	38.00	+11.33	37.2	38.7	SSW. 1	SSW. 1	SE. 1	SSW. 1	2.2	10	10	10	10	0.0	0.1	....
30	36.5	34.7	33.1	35.09	+ 8.38	31.9	38.0	SSE. 0	SW. 1	SE. 1	calme	1.4	10	10	10	10	0.0	1.6	3
Mois	31.14	30.55	31.10	30.93	+ 5.08							3.95	7.7	5.7	5.6	6.3	90.0	51.5	61

GENÈVE — NOVEMBRE 1917

Jour du mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm
1	1.7	7.2	4.4	3.90	**- 3.07**	0.0	7.6	91	66	95	83	0	64	93	9.3	- 2.4	1835
2	3.2	9.0	6.9	6.18	- 0.61	2.5	10.0	91	71	91	84	+ 1	67	95	9.8	- 1.7	1825
3	3.9	12.0	8.7	7.62	+ 1.01	2.2	13.6	95	72	92	87	+ 3	68	96	10.0	- 1.4	1805
4	6.1	11.4	8.1	**8.39**	+ 1.95	5.0	12.3	88	78	86	85	+ 1	70	96	—	—	1795
5	8.4	10.7	5.0	**8.39**	+ 2.13	3.8	12.0	86	68	91	82	- 2	66	94	10.3	- 0.8	1800
6	5.8	12.3	4.0	7.36	+ 1.27	3.0	13.3	94	64	95	85	+ 1	63	98	10.2	- 0.8	1785
7	2.0	14.8	9.4	7.41	+ 1.49	0.9	**15.0**	98	48	90	86	+ 2	45	98	10.3	- 0.6	1765
8	2.8	6.2	0.9	3.86	- 1.88	0.0	9.0	93	56	87	82	- 2	53	97	10.0	- 0.7	1770
9	0.8	6.2	6.1	3.25	- 2.32	- 2.0	6.8	87	70	87	83	- 1	66	95	9.8	- 0.8	1755
10	4.0	5.4	3.7	5.05	- 0.35	1.8	7.8	81	75	87	79	- 5	58	95	9.2	- 1.3	1745
11	2.0	6.0	4.4	4.41	- 0.83	1.3	7.0	93	76	77	80	- 4	61	94	—	—	1785
12	5.0	6.6	6.6	5.74	+ 0.67	4.0	6.8	71	62	65	69	-15	60	76	6.8	- 3.4	1785
13	5.6	5.8	5.3	5.78	+ 0.87	4.5	6.8	75	72	79	74	-10	67	80	8.0	- 2.1	1810
14	3.6	5.4	0.4	3.48	- 1.26	- 1.0	6.0	73	63	92	77	- 7	61	99	8.2	- 1.8	1815
15	- 1.4	4.3	4.8	1.95	- 2.63	**- 4.0**	6.6	100	75	65	80	- 4	56	100	8.3	- 1.5	1790
16	3.0	6.2	4.4	4.37	- 0.05	1.8	6.6	71	48	58	**59**	**-25**	**42**	72	8.5	- 1.2	1785
17	3.8	7.2	6.3	5.52	+ 1.26	2.3	8.3	70	57	80	66	-18	55	81	8.3	- 1.3	1770
18	2.4	6.4	5.8	4.64	+ 0.54	1.3	6.5	82	70	73	76	- 8	68	83	—	—	1745
19	4.6	6.4	1.0	4.37	+ 0.42	- 0.3	7.5	70	67	88	75	- 9	65	93	8.3	- 1.0	1755
20	1.0	3.3	3.0	1.86	- 1.93	- 1.2	3.3	93	83	84	88	+ 4	80	93	8.3	- 0.9	1740
21	2.2	4.4	5.3	3.85	+ 0.21	1.5	5.6	89	97	97	93	+ 9	85	98	8.1	- 1.0	1735
22	5.5	10.6	3.0	6.21	+ **2.72**	2.0	11.2	99	80	100	95	+11	76	100	8.4	- 0.6	1755
23	0.4	5.2	2.0	2.49	- 0.85	- 0.5	7.0	100	89	96	**96**	**+12**	84	100	8.3	- 0.5	1755
24	- 1.4	7.2	4.4	2.97	- 0.23	- 2.2	10.3	100	86	88	87	+ 2	70	100	8.2	- 0.5	1750
25	3.0	11.0	3.4	4.94	+ 1.88	1.8	11.4	86	52	87	81	- 4	52	98	—	—	1745
26	0.0	4.0	2.2	1.78	- 1.14	- 0.8	4.1	98	48	53	75	-10	47	98	8.0	- 0.6	1750
27	- 2.2	3.0	1.8	**0.68**	- 2.10	- 3.0	3.2	84	61	89	74	-11	58	90	7.8	- 0.6	1740
28	1.7	6.4	1.7	3.46	+ 0.82	0.4	8.6	90	75	96	87	+ 2	73	97	7.9	- 0.4	1725
29	2.2	5.0	4.2	3.12	+ 0.61	- 0.8	5.4	96	95	95	95	+10	96	97	7.8	- 0.4	1675
30	2.4	3.9	3.0	3.15	+ 0.77	1.7	4.2	96	91	93	94	+ 9	88	97	7.8	- 0.3	1695
Mois	2.74	7.12	4.34	4.54	- 0.01	0.83	8.13	88	70	85	82	- 1			8.69	-0.94	1766

MOYENNES DE GENÈVE — NOVEMBRE 1917

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : | $0^{mm}.02$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	27.90	27.71	27.83	27.76	26.84	26.51	26.81	26 74	27 26
2e »	31 51	31 61	32 16	32 81	32.39	32 57	33 32	33.47	32 48
3e »	33 36	33 23	33.42	33 68	32 41	32.25	32.82	33.09	33.03
Mois	30 92	30.85	31.14	31 42	30 55	30.45	30 98	31.10	30.93

Température

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	3.81	3.64	3.87	7.43	9.52	8.72	6.70	5 44	6.14
2e »	3 14	2 83	2.96	4.27	5 76	6 00	4.71	4 03	4.21
3e »	1 65	1 32	1 38	3.28	6 07	5.68	3 89	2 85	3.26
Mois	2.87	2.60	2.74	4.99	7.12	6.80	5.10	4.11	4.54

Fraction de saturation en %

1re décade	92	91	90	76	67	74	86	91	84
2e »	79	79	80	73	67	66	73	78	74
3e »	92	94	94	87	77	80	87	90	88
Mois	88	88	88	79	70	74	82	87	82

Dans ce mois l'air a été calme 178 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{93}{47} = 1.98$

Moyennes des 3 observations (7^h, 1^h, 9^h)

	mm
Pression atmosphérique.....	30 93
Nébulosité	6.3
Température $\frac{7+1+9}{3}$..	4.73
Température $\frac{7+1+2\times9}{4}$..	4.64
Fraction de saturation.....	81 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

	mm
Press. atmosphér.. (1836-1875).	25 85
Nébulosité.. ..... (1847-1875).	7.9
Hauteur de pluie.. (1826-1875).	74 0
Nombre de jours de pluie. (id.).	11
Température moyenne... (id.).	4° 55
Fraction de saturat. (1849-1875).	83 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	48 4	47.2	53.0	51.6	52.6	55.7	49.4

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	50.5	51.5	45.1		47.6	51.0

Errata : *Pluie.*
Août 1917, pluie à Jussy, lire 192^{mm},8, au lieu de ?.
Octobre 1917, pluie à Chambésy, lire 192^{mm},6, au lieu de 184^{mm},2.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE NOVEMBRE 1917

Les 7, 8, 9, 15, 20, 21, 25, 27 et 30 neige,
10, 21, 22, 27 et 28 brouillard une partie de la journée.
8, 11, 15, 21, 22, 25 et 26 violente bise.

GRAND SAINT-BERNARD — NOVEMBRE 1917

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm									mm	cm
1	64.8	65.6	67.4	65.9	+ 2.6	64.2	67.6	NE. 1	NE. 0	NE 0	calme.	1	0	0	0	....	....
2	67.8	68 7	69.7	68 7	+ 5 5	67.6	69.9	NE. 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	6	4	3	....	....
3	69.6	69.5	68.7	69.3	+ 6.1	68.4	69.9	NE. 0	SW. 1	SW. 0	calme	0	0	0	0	....	....
4	67.8	67.1	67.2	67.4	+ 4.3	66.9	68.4	NE. 0	NE. 0	NE. 1	calme.	0	2	0	1	....	....
5	66.9	67.3	67.4	67.2	+ 4.2	66.7	67.6	NE. 0	NE. 1	NE. 1	NE 1	0	0	0	0	....	....
6	65.9	65 5	65.1	65.5	+ 2.5	64 8	67.0	NE. 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	2	0	1	....	....
7	64.0	63.3	61.2	62.8	- 0.1	60.4	64.8	SW. 0	SW. 0	SW. 1	calme.	0	0	10	3	5 8	9
8	57.3	57 7	58 5	57.8	- 5.1	57.0	59.4	NE. 2	NE. 2	NE 4	NE. 3	10	2	8	7	8.3	8
9	58.8	58.2	56.2	57.7	- 5.1	55.2	59.3	NE. 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	3	9	4	5	9.5	20
10	52.3	51.7	52.2	**52.1**	**- 10.6**	**51.4**	55.2	NE. 0	SW. 1	NE 1	var.	10	5	0	5	....	....
11	54.1	55.3	58 0	55.8	- 6.9	52.6	58.6	SW. 0	NE. 1	NE. 3	NE. 2	0	0	8	3	....	....
12	59.4	60.8	62.0	60.7	- 1.9	58.6	62.4	NE 0	SW. 0	NE. 1	calme.	0	0	0	0	....	....
13	63.1	62.8	63.2	63.0	+ 0.4	62.4	63.5	SW. 0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	3	8	0	4	....	....
14	63.3	64.5	65.7	64.5	+ 2.0	63.1	66.0	NE. 0	NE. 1	NE. 2	NE. 1	0	10	0	3	....	....
15	65.8	64.5	65.6	65.3	+ 2.8	64.0	66.4	NE. 1	NE. 2	NE. 4	NE. 2	2	10	1	4	2.0	3
16	65.6	66.0	68 0	66.5	+ 4.0	65.4	68.3	NE. 1	NE. 2	NE. 0	NE. 1	2	0	0	1	....	....
17	68.8	69.2	70.7	69.6	+ 7.2	68.3	71.0	NE. 0	NE. 1	NE 0	calme.	0	0	9	0	....	....
18	72.1	72.5	73.1	72.6	+ 10.2	71.0	73.2	NE. 1	NE. 1	NE. 0	NE. 1	0	0	0	0	....	....
19	73.0	73.0	72.7	72.9	+ 10 6	72.4	73 2	NE. 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
20	71.1	70 3	70.0	70.5	+ 8.2	69.5	72.4	NE. 1	NE 2	NE. 3	NE. 2	2	0	0	1	1.2	1
21	66.8	65.4	63.9	65.4	+ 3.1	63.8	69.5	NE. 5	NE. 5	NE. 5	NE. 5	10	10	10	10	**25.3**	**34**
22	67.5	67.7	68 8	68.0	+ 5.8	64.9	68.9	NE. 4	NE. 2	NE. 1	NE. 2	10	0	0	3	....	....
23	68.3	69 4	70.9	69.5	+ 7.3	68.3	71.5	NE. 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	2	0	1	....	....
24	70.2	69.5	68.4	69.4	+ 7 3	68.0	71.1	NE. 1	NE. 0	NE. 1	NE. 1	1	0	0	0	....	....
25	64.2	60.3	56.6	60.4	- 1.7	55.0	68.0	NE. 1	SW. 1	NE 3	NE. 2	1	10	10	7	15.0	18
26	54.7	57.5	61.5	57.9	- 4.2	54.3	61.8	NE. 3	NE. 3	NE. 2	NE. 3	10	8	10	9	....	....
27	62.4	63.7	66.5	64.2	+ 2.1	61.8	67.3	NE. 2	NE. 1	NE. 2	NE. 2	0	3	10	4	7.0	5
28	69 8	70.7	72.3	70.9	+ 8.9	67 3	72.5	NE. 0	NE 0	NE 1	calme	10	0	0	3	....	....
29	73.1	73.5	74.0	**73.5**	**+ 11.5**	72.5	**74.1**	NE. 0	SW. 0	NE. 0	calme.	0	0	0	0	....	....
30	73.0	72.0	70.1	71.7	+ 9.7	69.7	74.0	SW. 0	SW. 0	SW. 2	SW. 1	0	7	10	6	7.8	9
Mois	65 38	65.44	65.85	65 56	+ 3.53							2.5	3.1	2.8	2.8	91.9	107

GRAND SAINT-BERNARD — NOVEMBRE 1917

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Écart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	- 5.0	- 2.2	- 4.9	- 4.0	- 0.8	- 8.7	- 1.4	35	39	40	**38**	30	74
2	- 4.2	0.8	- 0.6	- 1.3	+ 2.0	- 4.8	1.0	88	86	90	88	62	94
3	- 1.5	2.4	- 0.5	0.1	+ 3.5	- 2.2	2.8	70	82	62	71	57	85
4	- 1.5	2.8	2.3	**1.2**	+ 4.8	- 2.0	**3.2**	58	48	59	55	30	63
5	- 3.7	- 1.0	- 3.0	- 2.6	+ 1.1	- 4.0	- 0.6	58	65	75	66	55	78
6	- 3.2	- 0.7	- 3.0	- 2.3	+ 1.6	- 4.0	- 0.2	55	61	65	60	50	68
7	- 3.6	- 0.5	- 4.2	- 2.8	+ 1.2	- 4.6	- 0.3	52	67	95	71	44	96
8	- 7.6	- 9.2	-12.2	- 9.7	- 5.6	-13.0	- 5.3	96	99	93	93	86	97
9	- 7.7	- 2.2	- 5.2	- 5.0	- 0.8	-14.0	- 2.1	64	86	95	82	27	97
10	- 7.7	- 6.9	-11.4	- 8.7	- 4.3	-12.0	- 6.3	98	83	80	87	75	99
11	-12.2	- 8.8	-11.2	-10.7	- 6.2	-13.0	- 8.6	80	78	92	83	72	95
12	- 6.6	- 2.4	- 3.4	- 4.1	+ 0.5	-11.8	- 1.8	60	66	70	65	46	90
13	- 2.6	- 0.4	- 1.0	- 1.3	+ 3.5	- 4.0	- 0.2	72	75	67	71	64	78
14	- 4.0	- 1.2	- 6.4	- 3.9	+ 1.0	- 6.6	- 0.5	64	70	72	69	50	77
15	- 6.8	- 7.2	-12.1	- 8.7	- 3.7	-13.0	- 5.0	83	96	80	86	76	97
16	-14.2	- 9.6	- 8.5	-10.8	- 5.7	-14.6	- 7.8	95	70	65	77	60	98
17	- 7.2	- 4.2	- 2.7	- 4.7	+ 0.6	- 9.0	- 2.4	80	73	52	68	49	84
18	- 1.7	1.4	- 1.5	- 0.6	+ 4.8	- 3.0	1.8	47	37	43	42	33	49
19	- 0.8	1.0	- 1.0	- 0.3	+ 5.2	- 2.2	1.2	40	40	44	41	37	46
20	- 2.6	1.3	- 5.2	- 2.2	+ 3.4	- 5.5	1.8	45	47	54	49	41	57
21	- 5.4	- 3.0	- 3.6	- 4.0	+ 1.7	- 8.0	- 2.2	98	99	99	**99**	47	100
22	- 4.2	- 4.2	- 3.9	- 4.1	+ 1.7	- 5.8	- 3.6	96	82	34	71	26	100
23	- 5.2	- 5.4	- 5.2	- 5.3	+ 0.6	- 8.0	- 4.0	25	80	75	60	**20**	87
24	- 7.2	1.8	- 2.0	- 2.5	+ 3.5	- 8.0	2.0	50	32	53	45	22	65
25	- 1.9	- 0.5	- 9.7	- 4.0	+ 2.1	- 9.8	0.5	69	72	97	79	21	98
26	-14.5	-12.7	-14.6	**-13.9**	- **7.7**	-16.0	-11.0	93	90	90	91	86	96
27	-15.0	- 6.7	- 2.2	- 8.0	- 1.7	**-17.0**	- 1.8	55	54	99	69	27	100
28	- 1.2	0.0	- 0.6	- 0.6	+ 5.8	- 2.0	0.2	99	94	85	93	80	100
29	- 2.0	0.7	- 1.5	- 0.9	+ 5.6	- 2.0	1.2	77	75	77	76	66	80
30	- 1.4	1.1	- 1.6	- 0.6	+ **6.0**	- 2.0	1.6	68	67	99	78	55	100
Mois	- 5.41	- 2.52	- 4.69	- 4.21	+ 1.0°	- 7.69	- 1.50	69	70	73	71		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD — NOVEMBRE 1917

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

	Pression atmosphérique : 500^{mm} +				**Fraction de saturation en %**			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	**Moyenne**
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	63.52	63.46	63.36	63.44	67	71	75	71
2e »	65.63	65.89	66.90	66.14	67	65	64	65
3e »	67.00	66.97	67.30	67.09	73	74	81	76
Mois	65.38	65.44	65.85	65.56	69	70	73	71

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	-4.57	-1.67	-4.27	-3.50	-3.69
2e »	-5.87	-3.01	-5.30	-4.73	-4.87
3e »	-5.80	-2.89	-4.49	-4.39	-4.42
Mois	-5.41	-2.52	-4.69	-4.21	-4.33

Dans ce mois l'air a été calme 362 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{92}{8} = 11.50$

Pluie et neige dans le Val d'Entremont

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
Eau en millimètres.....	62.7	173.5	66.5	91.9
Neige en centimètres....	4	18	72	107

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME QUARANTE-QUATRIÈME

(4me PÉRIODE)

1917 — Nos 7 à 12

Pages

Contribution à la connaissance de l'exhalaison volcanique, par *Albert Brun* 5

Le tunnel du Simplon, étude pétrographique, par *Max Gonsalves* 19

Idem (suite et fin) 93

Etude sur les Piérides du Jura, par *H. d'Auriol* 32

Idem (suite et fin) 111

Tube à rayons X pour recherches de laboratoire, par *Alex Muller* 89

Résumé météorologique de l'année 1916 pour Genève et le Grand Saint-Bernard, par *Raoul Gautier* 122

Idem (suite et fin) 190

L'hypothèse de l'existence d'un troisième corps simple radioactif dans la pléiade uranium, par *A. Piccard* 161

Pages

Etude agrologique sur plusieurs composés fertilisants ou anti-cryptogamiques employés en agriculture, par *Bogumil de Wilkoszewski* 165

Idem (suite et fin) 256

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant les mois de décembre 1916, janvier et février 1917 211

Idem, mars, avril et mai 1917 455

Sur quelques formules de la théorie de la relativité, par *C. Cailler* 237

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1916. Résumé annuel, par *Raoul Gautier* et *Ernest Rod* 276

Notice sur la vie et les travaux d'Edouard Sarasin, par *L. de la Rive* 321

Influence de la pression atmosphérique sur le développement des Lépidoptères, par *Arnold Pictet* 413

Compte rendu de la séance de la Société suisse de physique, tenue à Bienne le 5 mai 1917

Ed. Guillaume. Sur la possibilité d'exprimer la théorie de la relativité en fonction du temps et des longueurs universels. — H. Veillon. Application du détecteur à l'appareil de Lodge pour la démonstration de la résonance électrique. — H. Zickendraht. Sur deux oscillographes simples. — A.-L. Bernoulli et E. Krummenacher. Sur l'enregistrement des mesures de points de fusion. W. Schmid. *a)* De l'influence de la couche d'oxyde sur les pertes dans le fer en feuilles. *b)* Un laboratoire de physique appliquée. A. Jaquerod. Sur la mesure des capacités. — E. Mühlestein. Traces de rayons *α* sur plaques sensibles. — J. Brentano. Sur un monochromateur pour rayons Rœntgen. — Perret. Radioactivité des eaux du Jura. — S. Ratnowski et S. Rotszajn. Application de l'hypothèse des quanta à des systèmes tournants 48

Compte rendu de la séance de la Société suisse de physique, tenue à Zurich le 11 septembre 1917

Pages

P.-H. Huber. — Influence de la conductibilité atmosphérique sur la conductibilité du corps humain. — A. Hartmann. Sur un modèle de l'atome du Lithium — Pierre Weiss. Grand électro-aimant de laboratoire. — K. Beck. L'énergie d'aimantation des cristaux de fer. — A. Piccard. *a)* Méthode de mesure pour la détermination de l'aimantation en jonction de la température et du champ; *b)* Origine de l'Actinium. — M. Wolfke. *a)* Sur un nouveau rayonnement secondaire des rayons canaux ; *b)* Nouvelle lampe de quarz. — J. Brentano Recherches spectrales sur les rayons Röntgen. — A. Hagenbach et E. Frey. Recherches spectroscopiques sur la décharge annulaire sans électrode produite par des oscillations électriques. — A. Gockel. Sur les quantités d'électricité produites par le frottement de liquides contre des parois solides. — E. Meyer. *a)* L'expérience de Wilson à une température inférieure à 0°; *b)* Sur la formation des rayons cathodiques. — H. Greinacher. *a)* Recherches sur des cellules de sélénium avec du courant alternatif; *b)* Batterie à haute tension. S. Ratnowski. Sur une hypothèse de la théorie des quanta. — K.-W. Meissner. Sur les régularités présentées par le spectre du néon. — F. Tank. Effet photoélectrique sur des particules ultramicroscopiques.— D. Korda. Expérience d'Eötvös pour mettre en évidence la rotation terrestre..... 462

Compte rendu des séances de la Société suisse de géophysique, météorologie et astronomie (G. M. A.)

I. *Assemblée constitutive du 28 avril* 1917. — Affaires administratives. — A. Riggenbach. De l'attraction d'un cylindre creux pesant..... 345

II. *Assemblée ordinaire du 11 septembre* 1917. — Affaires administratives. — A. Gockel. Polarisation de la lumière du ciel. — J. Maurer. Couronnes solaires, résultats de cinq années d'observations récentes. — R. Gautier. Centenaire météorologique du Grand Saint-Bernard. — A. de Quervain. Météorologie du Grönland et föhn de l'inlandsis.— P.-L. Mercanton. Pression des bulles gazeuses dans les glaciers. — L.-W. Collet. Etude chimique et

Pages

physique du lac Ritom. — A. de Quervain. 4me rapport sur l'activité de la Commission glaciologique de la Société de Physique de Zurich. — R. Billwiller. L'échange aqueux entre l'air et le névé. — P.-L. Mercanton. Etat magnétique de basaltes grönlandais. — J. Friedländer. Régularité des distances des centres d'éruptions volcaniques. — P. Ditisheim. Distribution de l'heure de la Tour Eiffel. Introduction officielle de la division du jour en 24 heures. — P. Gruner. De la nécessité d'ériger des stations d'observations géophysiques. — P.-Th. Dufour. Projection oblique d'un terrain dessinée mécaniquement d'après une carte à courbes de niveau. — F. LeCoultre. Recherches aréographiques. — D. Korda. Nouvelle méthode d'Eötvös pour déterminer la vitesse de rotation de la terre 348

Compte rendu de la séance de la Société suisse de chimie tenue à Zurich le 11 septembre 1917

Partie administrative. — Communications scientifiques : E. Baur. Sur des équilibres chimiques qui s'établissent dans un seul sens. — W. D. Treadwell. Contribution à la détermination des équilibres gazeux. — Ed. Fierz-David. Remarques sur la possibilité d'une industrie purement suisse du goudron et des colorants à base de goudron. — E. Bosshard. Matières premières pour l'industrie chimique suisse pendant la guerre. — C. Misslin. Sur la solidité à la lumière et sur la constitution des colorants azoïques. — J. Lifschitz. Sur la réfraction des colloïdes. — J. V. Dubsky. Fours électriques à combustion pour la microanalyse. — J. V. Dubsky. Remarques sur les dicétopipérazines. — A. Stettbacher. Sur des explosifs chimiquement possibles. — L. Ruzicka. Sur le camphre et la fenchone. — Fr. Fichter et E. Krummenacher. Théorie des synthèses électrolytiques d'hydrocarbures de H. Kolbe. — K. Schweizer. L'azote aminé et la fabrication de levures minérales. — F. Kehrmann et M. Sandoz, Sur le phencyanazonium. — L. Zehnder. Structure de l'atome de carbone (avec modèles). — P. Schläpfer. Communications sur les charbons suisses. — H. Staudinger (en collaboration avec M. K. Miescher). Nitrones et nitrènes. — Ph. A. Guye et E. Moles. Nouvelles recherches sur l'anomalie de Hinrichs. — L. Reutter de Rosemont. Contribution à l'étude de l'holocaïne..... 371

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève

Pages

Séance du 3 mai 1917. — Ed. Claparède. L'Ergographie bilatérale. J. Briquet. Sur la structure de la fleur chez les Composées..... 71

Séance du 24 mai. — E. Yung. Les variations de la coquille de Hélix pomatia. — A. Brun. Nouvelles recherches sur les exhalaisons volcaniques..... 74

Séance du 7 juin. — J. Briquet. Les nacelles paléales, l'organisation de la fleur et du fruit dans le Filago gallica L. — Léon-W. Collet. La présence d'une lame de Mylonite dans la Tour Salière (versant d'Emaney)..... 145

Séance du 5 juillet. — Max Gonsalves. Etude pétrographique du tunnel du Simplon. — Alex. Muller. Tube à rayons X pour recherches de laboratoire. — J. Briquet. Nouvelles remarques sur la dissymétrie foliaire hétérogène chez les Ombellifères 218

Séance du 4 octobre. — Arnold Pictet. Résistance des Lépidoptères à la compression, à l'asphyxie et au froid. — J. Briquet. Quelques nouveaux cas de dissymétrie foliaire hétérogène et fluctuante.... 391

Séance du 1er novembre. — J. Carl. La répartition des Ecrevisses en Suisse. — Albert Brun et Emile Yung. Analyse du Plankton mixte récolté en avril-juillet 1917 dans le petit-lac.... 476

Séance du 15 novembre. — E. Bujard. Une anomalie relativement rare de l'œuf de la poule « Ovum in ovo ». — Arnold Pictet. Les vols de Pieris brassicæ en été 1917..... 483

Séance du 6 décembre. — J. Briquet. L'action métabolique de l'obscurité sur le développement de l'Achillea millefolium..... 486

Séance du 20 décembre. — C.-E. Guye. Exposé de quelques conséquences du principe de relativité. — Théorie de la rotation de la décharge électrique sous l'influence d'un champ magnétique.... 486

Compte rendu des séances de la Société vaudoise des Sciences naturelles, à Lausanne

Séance du 7 mars 1917. — Louis Baudin. Répartition verticale du Plankton dans le Léman 226

Séance du 21 mars. — Jules Cauderay. Le premier bateau sous-marin mu par l'électricité. — A. Barbey. La forêt moderne et les

Pages

naturalistes. — P.-L. Mercanton. Diagrammes barométriques du 7 mai 1917. — H. Blanc. Destruction des oiseaux rapaces diurnes dans le canton de Vaud en 1915. — Emile André. Un phénomène d'embâcle végétale dans les Alpes vaudoises..... 297

Séance du 28 mars. — George Montandon. La généalogie des instruments de musique..... 299

Séance du 4 avril. — E. Gagnebin. La tectonique des Pléiades et le problème du «Wildflysch». — Aug. Dubois. Les fouilles de la grotte de Cotencher. — Henri Sigg et George Favre. Quelques courbes pour la détermination des Feldspaths..... 300

Séance du 18 avril. — Henri Sigg. La méthode de Fédoroff. — Arthur Maillefer. Anatomie de la racine d'Acorus Calamus. — C. Biermann. Les bases de la géographie économique..... 304

Séance du 2 mai. — Louis Mayor. Appareil électro-médical. — W. Morton. Démonstrations sur le groupe des Scincoïdiens ou Lépidosauriens. 492

Séance du 16 mai. — Georges Montandon. Les cycles de la civilisation 493

Séance du 6 juin. — F. Lecoultre. Observations sur la planète Mars. H. Christ. Souvenirs de botanique vaudoise. — E. Wilczek. A propos de Gentiana Lutea. — Maurice Sandoz. Les rapports de la constitution des matières colorantes et leurs spectres d'absorption. — A. Barbey. Evolution d'un Cérambycide xylophage. J. Jacot-Guillarmot. Observations ornitologiques 494

Compte rendu des séances de la Société de chimie de Genève

Séance du 14 décembre 1916. — A. Bach. Recherches sur les ferments réducteurs. — A. Pictet et I. Lerczynska. Action du chlorure d'aluminium sur le pétrole..... 400

Séance du 25 janvier 1917. — Ph. A. Guye et E. Moles. Sur l'anomalie de Hinrichs. — Ph. A. Guye et Th. Renard. Répartition des écarts dans la détermination des poids atomiques. — A. Bach. Action de l'hydroxylamine sur le ferment réducteur du lait. — S. Reich. Essais relatifs à l'empêchement stérique..... 402

BULLETIN SCIENTIFIQUE

Pages

Concours pour une étude vulcanologique 78

PHYSIQUE

Augusto Righi. Sur l'ionisation produite par les rayons X dans le champ magnétique 499

CHIMIE

F. Kermann. Quelques notices concernant les colorants aziniques 151

F. Kermann. Colorants du groupe du bleu méthylène. Sur l'action ménagée des amines grasses sur les sels de phenazthionium 151

F. Kermann et *G. Falconnier.* Sur la tétraméthyldiaminophéazine 152

H. Staudinger et *R. Endle.* Notice sur le chlorure de diméthylaminobenzoyle 228

F. Kermann et *A. Herzbaum.* Sur les acides monosulfoniques des colorants quinone-imidiques 312

Liste bibliographique des travaux de chimie faits en Suisse 305

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard

Observations météorologiques faites pendant le mois de juin 1917 81

Observations météorologiques faites pendant le mois de juillet 1917 153

Pages

Observations météorologiques faites pendant le mois de août 1917 229

Observations météorologiques faites pendant le mois de septembre 1917 313

Observations météorologiques faites pendant le mois d'octobre 1917 405

Observations météorologiques faites pendant le mois de novembre 1917 501

TABLE DES AUTEURS

POUR LES

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

SUPPLÉMENT

A LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ANNÉE 1917, Tomes XLIII et XLIV (Quatrième période)

A

André, E. Un phénomène d'embâcle dans les Alpes vaudoises, XLIV, 299.

Auriol, H. (d'). Etudes sur les Piérides du Jura, XLIV, 32, 109.

B

Bach, A. Recherches sur les ferments réducteurs XLIII, 307, 332, XLIV, 400. — Action de l'hydroxylamine sur les ferments réducteurs du lait, XLIV, 403.

Barbey, A. La forêt moderne et les naturalistes, XLIV, 297. — Evolution d'un Cérambycide xylophage, XLIV, 496.

Baudin, L. Répartition verticale du Plankton dans le lac Léman, XLIV, 226.

Baur, E. Sur les équilibres chimiques qui s'établissent dans un seul sens, XLIV, 372.

Beck, K. L'énergie d'aimantation des cristaux de fer, XLIV, 465.

Bernoulli, A.-L. Démonstration d'un colorimètre de précision XLIII, 364.

Biermann, C. Bases de la Géographie économique, XLIV, 304.

Billwiller, R. L'Echange aqueux entre l'air et le névé, XLIV, 358.

Blanc, H. Démonstration de nombreuses formes embryonnaires vivantes du ver solitaire, le Bothriocephalus latus, XLIII, 347. — Destruction des oiseaux rapaces diurnes dans le Canton de Vaud en 1915, XLIV, 298.

Bornand. Le contrôle des eaux potables dans les armées en campagne, XLIII, 340.

Bosshard, E. Matières premières pour l'industrie chimique suisse pendant la guerre, XLIV, 374.

Brentano, J. Monochromateur pour rayons Rœntgen, XLIV, 66. — Recherches spectrales sur les rayons Rœntgen, XLIV, 469.

Briner, E. Sur la fixation de l'azote sous forme d'ammoniaque par l'arc électrique, XLIII, 422.

Briquet, J. Sur la présence des trichomes plurisériés chez les Célastracées, XLIII, 170. — Les Arilles tardifs et les Arilles précoces chez les Célastracées, XLIII, 173. — Sur quelques nouveaux points de l'organisation des Elichryses Stoechédinées, XLIII, 253. — La Structure des bractées involucrales et paléales dans les espèces européennes du genre Bidens, XLIII, 333. — Le critère différentiel des bractées involucrales et paléales dans la calathide des Composées, XLIII, 432. — Les nacelles paléales, l'organisation de la fleur et du fruit dans le Filago gallica, XLIV, 145. — Nouvelles remarques sur la dissymétrie foliaire hétérogène

chez les ombellifères, XLIV, 220. — Quelques nouveaux cas de dissymétrie foliaire hétérogène et fluctuante, XLIV, 395.
Brun, Albert. Premiers résultats obtenus par l'analyse spectrale de quelques sulfo-arséniures suisses, XLIII, 430. — Note sur l'application du spectroscope à la minéralogie et à la pétrographie suisses, XLIII, 487. — Résultats obtenus par l'analyse spectrale de diverses roches et de divers minéraux suisses, XLIII, 502. — Contribution à la connaissance de l'exhalaison volcanique, XLIV, 5. — Nouvelles recherches sur l'exhalaison volcanique, XLIV, 76.
Brun A. et *Yung E.* Analyse du Plankton mixte récolté en avril-juillet 1917, dans le petit lac, XLIV, 480.
Bujard, Eug. Une anomalie relativement rare de l'œuf de poule « Ovum in ovo », XLIV, 483.

C

Cailler, C. Sur quelques formules de la Théorie de la relativité, XLIV, 237.
Candolle, C. et *A. de*, Sur la ramification des Sequoia, XLIII, 53.
Carl, J. La répartition des Ecrevisses en Suisse, XLIV, 476.
Carrard, A. Voir *Weiss.*
Cauderay, J. Le premier bateau sous-marin mû par l'électricité, XLIV, 297.
Cérésole, M. et G. Macalick. Sur quelques combinaisons o-amido-azoïques, XLIII, 429.
Chodat, R. Quelques observations faites au laboratoire de la Linnea, en 1916, XLIII, 161.
Claparède, Ed. Sur l'ergographie bilatérale, XLIV, 71.
Collet, L.-W. La présence d'une lame de Mylonite dans la Tour Salière, XLIV, 150.
Collet. L.-W. et *R. Mellet.* Etude physique et chimique du lac Ritom (Haute-Levantine, Tessin), XLIV, 354.
Concours pour une étude volcanique. Prospectus, XLIV, 78.

D

De la Rive, L. Sur l'interprétation géométrique des équations de la relativité, XLIII, 281. — Edouard Sarasin, XLIII, 449. — Notice sur la vie et les travaux d'Edouard Sarasin, XLIV, 321.
Disselkamp, P. Voir *Pfeiffer.*
Ditisheim, P. Distribution de l'heure de la Tour Eiffel en Suisse. Introduction officielle prochaine par tous les services publics de la Confédération de la division rationnelle du jour en 24 heures consécutives comptées de minuit à minuit. XLIV, 362.
Dubois, A. Les fouilles de la grotte de Cotencher, XLIV, 301.
Dubsky, J.-W. Fours électriques à combustion pour la microanalyse, XLIV, 377. — Remarques sur les Dicétopipérazines, XLIV, 377.
Dufour, P.-Th. Projection oblique d'un terrain dessiné mécaniquement d'après une carte à courbes de niveau, XLIV, 366.

E

Endle, R. Voir *Staudinger.*

F

Faes, H. Sur l'Agaricus camarophyllus, XLIII, 351.
Falconnier, G. Voir *Kehrmann.*
Favre, G. Voir *Sigg.*
Fichter, F. Tables génétiques servant à l'enseignement de la chimie inorganique, XLIII, 428.
Frey, E. Voir *Hagenbach.*
Friedlander, J. Régularité des distances des centres d'éruption volcanique, XLIV, 361.
Fidel Tristan, J. Voir *Michaud.*

G

Gagnebin, E. La tectonique des Pléiades et le problème du Wildflysch, XLIV, 300.
Gautier, Raoul. La neige à Genève 1857-1917, et revue de quelques

hivers à neige, spécialement de l'hiver 1784-85, XLIII, 361. — Résumé météorologique de l'année 1916 pour Genève et le Grand Saint-Bernard, XLIV, 122, 190. — Le centenaire du Grand Saint-Bernard, XLIV, 351.

Gautier, R. et *E. Rod.* Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1916, XLIII, 59, 245, XLIV, 211, 455. — Résumé des observations faites pendant l'année 1916, XLIV, 276.

Gockel, A. Polarisation de la lumière du ciel, XLIV, 349.

Gonsalves, M. Le tunnel du Simplon, étude pétrographique, XLIV, 19, 93, 219.

Greinacher, H. Recherches sur des cellules de sélénium avec un courant alternatif. XLIV, 472.

Grüner, P. De la nécessité d'ériger des stations d'observations géophysiques, XLIV, 366.

Guillaume, Ch.-Ed. Nouvelles recherches sur la dilatabilité de l'invar, XLIII, 453.

Guillaume, Ed. Les bases de la physique moderne, XLIII, 5, 89, 185. — Sur la possibilité d'exprimer la théorie de la relativité en fonction du temps et des longueurs universels, XLIV, 48.

Guye, Ch.-Eug. Le principe d'évolution dans les phénomènes physicochimiques, XLIII, 168. — Quelques conséquences du principe de relativité. XLIV, 487. — Théorie de la rotation de la décharge électrique sous l'influence d'un champ magnétique, XLIV, 489.

Guye, Ch.-Eug. et *C. Stancescu.* Sur la décharge disruptive dans les gaz comprimés, XLIII, 131.

Guye, Ph.-A. et *E. Moles.* Nouvelles recherches sur l'anomalie de Hinrichs, XLIV, 402.

Guye, Ph.-A. et *Th. Renard.* Sur la répartition des écarts dans la détermination des poids atomiques, XLIV, 402.

H

Hagenbach, A. et *E. Frey.* Recherches spectroscopiques sur la décharge annulaire sans électrodes produite par des oscillations électriques, XLIV, 470.

Hartmann, A. Sur un modèle de l'atome du Lithium, XLIV, 463.

Henny, G. La zone du Canavese dans le Tessin méridional et le prétendu charriage des Dinarides sur les Alpes, XLIII, 343.

Herzbaum, A. Voir *Kehrmann.*

Huber, P.-B. Influence de la conductibilité atmosphérique sur la conductibilité du corps humain, XLIV, 462.

J

Jaccard, F. De l'analyse hydrométrique, XLIII, 337.

Jacot-Guillarmot. Observations ornithologiques, XLIV, 497.

Jaquerod, A. Mesures des capacités, XLIV, 62.

Jurkowski, S. Voir *Kym.*

K

Kehrmann, F. Sur les matières colorantes du « Bleu méthylène ». Dérivés phényliques du « Bleu méthylène et de la Thionine, XLIII, 75. — Quelques notices concernant les colorants azintiques, XLIV, 151. — Colorants du Groupe du bleu méthylène, XLIV, 151. — Sur la Tétraméthyldiaminophénazine, XLIV, 152.

Kehrmann, F. et *G. Falconnier.* Sur la Tétraméthyldiaminophénazine, XLIV, 152.

Kehrmann, F. et *A. Herzbaum.* Sur les acides monosulfoniques des colorants quinones-imidiques, XLIV, 312.

Kehrmann, F. et *M. Sandoz.* Sur le phencyanazonium, XLIV, 384.

Korda, D. La nouvelle méthode expérimentale d'Eötvös pour déterminer la vitesse de rotation de la Terre, XLIV, 369.

Kuczynski, L. Voir *Monnier.*

Kym, O. et *S. Jurkowski.* Contribution à la connaissance de quelques α-Styryl-Benzimidazols et colorants azoïques qui en dérivent, XLIII, 264.

L

Le Coultre, F. Note sur les comètes Mellish 1915*a* et Taylor 1915*e*, XLIII, 163. — Recherches aréographiques faites à l'observatoire de M. Honnegger-Cuchet à Conches, Genève 1915-1916, XLIV, 367.
Lerczinska, J. Voir *Amé Pictet.*
Lifschitz, J. Tautométrie de coloration dans les nitroso-amidopyramidones, XLIII, 424. — Recherches sur le chromophore de l'indigo, XLIII, 426. — Sur la réfraction des colloïdes, XLIV, 376.
Lugeon, M. Sur l'origine des blocs exotiques du Flysch, XLIII, 346. — Publications de la Commission géologique de la Société helvétique, XLIII, 351.

M

Macalick, G. Voir *Cérésole.*
Maillefer, A. Anatomie de la racine d'Acorus calamus, XLIV, 304.
Maurer, J. Couronnes solaires. Résultats de cinq années d'observations récentes, XLIV, 349.
Mayor, L. Appareil électro-médical, XLIV, 492.
Meissner, K.-W. Sur les régularités présentées par le spectre du néon, XLIV, 475.
Mellet, R. Voir *Collet.*
Mercanton, P.-L. Un cas de réfraction athmosphérique exceptionnellement intense, XLIII, 342. — Quarante années de mensurations au glacier du Rhône, XLIII, 342. — Rapport annuel sur les variations des glaciers suisses, XLIII, 507. — Diagrammes barométriques du 7 mars 1917, XLIV, 298. Pression des bulles gazeuses dans les glaciers, XLIV, 352. — Etat magnétique de bazaltes grönlandais, XLIV, 359.
Messerli, Fr. La valeur des diverses mensurations corporelles et celle des formules de résistance résultant de leur combinaison, XLIII, 71.
Meyer, E. L'expérience de Wilson, à une température inférieure à 0°, XLIV, 471. — Formation des rayons cathodiques, XLIV, 472.
Michaud, G. et *Fidel Tristan, J.* Influence de la distorsion sur la perception monoculaire de la profondeur aux petites distances, XLIII, 473.
Misslin. Sur la solidité à la lumière et sur la constitution des colorants azoïques, XLIV, 375.
Moles, E. Voir *Ph.-A. Guye.*
Möller, S. et *P. Pfeiffer.* Combinaisons du plomb diéthyle, XLIII, 440.
Monnier, A. et *L. Kuczynski.* Contribution à l'étude agrologique du fer, XLIII, 66.
Montandon, G. La généalogie des instruments de musique, XLIV, 299. — Les cycles de civilisation, XLIV, 493.
Morton, W. Démonstrations sur le groupe des Scincoïdiens ou Lépidosauriens, XLIV, 493.
Mosimann, W. et *J. Tambor.* Contribution à la connaissance de l'O-Vaniline, XLIII, 74.
Mühlestein, E. Traces de rayons *α* sur plaques sensibles, XLIV, 63.
Müller, A. Tube à rayons X pour recherches de laboratoire, XLIV, 89, 220.

N

Narbel, P. Etat de nos connaissances actuelles au sujet des réactions biologiques du sérum sanguin, XLIII, 350.

O

Observatoire de Genève. Observations météorologiques faites à Genève et au Grand Saint-Bernard, XLIII, 81, 177, 273, 353, 441, 513, XLIV, 81, 153, 229, 313, 405, 501.

P

Perret, H. Radioactivité des eaux du Jura, XLIV, 68.
Perriraz, J. Présentation d'une collection de gravures de plantes, XLIII, 71. — Influence des cou-

leurs sur les papillons, XLIII, 338. — Présentations diverses, XLIII, 349.
Perrot, F.-L. Considérations sur la mesure de la tension superficielle des liquides au moyen du poids de leurs gouttes, XLIII, 476.
Pfeiffer, P. Sur la 3-4-Benzofluorenone XLIII, 352. — Recherches dans le champ de limite entre l'Iso- et la Polymorphie, XLIII, 352. — Voir *Möller*.
Pfeiffer, Truskier et *Disselkamp*. Contribution à la connaissance des combinaisons organiques du plomb, XLIII, 265.
Piccard, A. Hypothèse sur l'existence d'un troisième corps simple radioactif dans la pléiade Uranium, XLIV, 161. — Méthode de mesure pour la détermination de l'aimantation en fonction de la température et du champ, XLIV, 466. — Voir *Weiss*.
Pictet, Amé. Sur les rapports de la houille et du pétrole, XLIII, 167.
Pictet, Amé et *J. Lerczinska*. Action du chlorure d'aluminium sur le pétrole, XLIV, 400.
Pictet, Arnold. Sur l'hérédité mendélienne chez les Cobayes, XLIII, 436. — Sur l'origine de quelques races géographiques de Lépidoptères, XLIII, 504. — Résistance des Lépidoptères à la compression, à l'asphyxie et au froid, XLIV, 391. — Influence de la pression atmosphérique sur le développement des Lépidoptères, XLIV, 413.
Pictet, Raoul. La fabrication économique de l'oxygène et du gaz à l'eau ; possibilité d'économie du charbon dans l'industrie contemporaine, XLIII, 168.

Q

Quervain, A. de. Facilités récemment introduites pour le contrôle de de l'observation exacte de l'heure, XLIII, 348. — Sur la météorologie de l'inlandsis du Grönland et en particulier sur le fœhn de l'inlandsis, XLIV, 351. — 4me Rapport sur l'activité de la Commission glaciologique de la Société de Physique de Zurich, 1916-17, XLIV, 357.

R

Reich, S. Sur un point spécial de stéréochimie, XLIII, 162. — Cyclisation par élimination d'un groupe nitro du noyau benzénique, XLIII, 423. — Essais relatifs à l'empêchement stérique, XLIV, 403.
Renard, Th. Voir *Ph.-A., Guye*.
Reutter, L. Contribution à l'étude de l'holocaïne, XLIV, 389.
Riggenbach, A. De l'attraction d'un cylindre creux pesant, XLIV, 346.
Righi, A. Sur la ionisation produite par les rayons X dans un champ magnétique, XLIV, 499.
Rod, E. Voir *Gautier*.
Ruzicka, L. Sur le camphre et la fenchone, XLIV, 381.

S

Sandoz, M. Constitution des matières colorantes et leurs spectres d'absorption XLIV, 495. — Voir *Kehrmann*.
Schidlof, A. Sur une cause d'erreur pouvant intervenir dans la détermination de la charge de l'électron d'après la méthode de Millikan, XLIII, 68. — La volatilisation en présence d'un gaz et les propriétés des couches d'absorption à la surface des liquides, XLIII, 217.
Schlaepfer, P. Communications sur les charbons suisses, XLIV, 386.
Schmid, W. De l'influence de l'oxyde sur les pertes électromagnétiques dans le fer en feuilles, XLIV, 58.
Schweizer, K. L'azoté aminé et la fabrication des levures minérales, XLIV, 384.
Sigg, H. et *G. Favre*. Quelques courbes pour la détermination des Feldspaths, XLIV, 303.
Smirnoff, N. Les granits de Tschéliabinsk (Oural du Sud) et leurs modes de différenciation, XLIII, 317, 402.

Soc. suisse de Chimie. Séance du 3 mars 1917. XLIII, 417. — Séance du 11 sept., 1917, XLIV, 371.
Soc. suisse de Géophysique, Météorologie et Astronomie. Séances du 28 avril et du 11 sept. 1917, XLIV, 345.
Stancescu, C. Voir *Guye, Ch.-Eug.*
Staudinger, H. De l'influence des substituants sur la capacité de réaction des combinaisons organiques non saturées, XLIII, 418. — Sur les chlorures de l'acide thionique, XLIII, 420. — Nitrones et Nitrènes, XLIV, 385.
Staudinger, H. et *Endle, R.* Notice sur le chlorure de diméthyl-aminobenzoyle XLIV, 228.
Stern, L. Les effets vasoconstricteurs et vasodilatateurs de quelques extraits de tissus animaux, XLIII, 260.
Stettbacher, A. Sur des explosifs chimiquement possibles, XLIV, 380.
Störmer, C. Sur les draperies d'aurores boréales, réponse à M. Birkeland, XLIII, 285.

T

Tambor, J. Voir *Mosimann.*
Targonski, A. Effet du bombardement moléculaire par de très petites particules liquides suspendues dans un gaz, XLIII, 295, 389.
Treadwell, W.-D. Contribution à la détermination des équilibres gazeux, XLIV, 372.
Truskier, P. Voir *Pfeiffer.*

V

Veillon, H. Application du détecteur à l'appareil de résonance de Lodge, XLIII, 53.

W

Waser, E. Sur quelques dérivés de l'Ac-Tetrahydro-β-Naphtylamine, XLIII, 74.
Weiss, P. Grand électro-aimant de laboratoire XLIV, 464.
Weiss, P., A. Piccard et *A. Carrard.* Calorimétrie des substances ferro-magnétiques, XLIII, 22, 113, 199.
Wilczek, E. A propos de Gentiana lutea, XLIV, 494.
Wilkoszewski, B. de. Etude agrologique sur plusieurs composés fertilisants ou anticryptogamiques employés en agriculture, XLIV, 165, 256.
Wolfke, M. Sur un nouveau rayonnement secondaire des rayons canaux, XLIV, 467. — Sur une nouvelle lampe de quartz, XLIV, 468.

Y

Yung, E. Les cladocères du lac de Genève, XLIII, 252. — Sur la coloration vitale chez divers Crustacés transparents du lac et chez les Nématodes libres, XLIII, 259. — Les variations de la coquille de Helix pomatia, XLIV, 74. — Voir *Brun.*

Z

Zehnder, L. Structure de l'atome de carbone, XLIV, 385.
Zickendraht, H. Sur deux nouveaux oscillographes, XLIV, 55.

New York Botanical Garden Library
3 5185 00274 0874